СибАК
www.sibac.info

ISSN 2310-4066

CXII СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

№4(111)

НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

г. НОВОСИБИРСК, 2022

СибАК
www.sibac.info

НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Электронный сборник статей по материалам CXII студенческой международной научно-практической конференции

№ 4 (111)
Апрель 2022 г.

Издается с Октября 2012 года

Новосибирск
2022

УДК 62
ББК 30
Н34

Председатель редколлегии:
Дмитриева Наталья Витальевна – д-р психол. наук, канд. мед. наук, проф., академик Международной академии наук педагогического образования, врач-психотерапевт, член профессиональной психотерапевтической лиги.

Редакционная коллегия:
Ахмеднабиев Расул Магомедович – канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка;
Ахметов Сайранбек Махсутович – д-р техн. наук, проф., академик Национальной инженерной академии РК и РАЕН, профессор кафедры «Механика» Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, руководитель Казахского отделения (г. Астана) международной научной школы устойчивого развития им. ак. П.Г. Кузнецова;
Елисеев Дмитрий Викторович – канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков».

Н34 «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»: Электронный сборник статей по материалам CXII студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. ООО «СибАК». – 2022. – № 4(111) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: https://sibac.info/archive/technic/4(111).pdf

Электронный сборник статей по материалам CXII студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Статьи сборника «Научное сообщество студентов. Технические науки» размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ББК 30

ISSN 2310-4066
© ООО «СибАК», 2022 г.

Оглавление

Секция «Архитектура, строительство» **6**

ФОРМИРОВАНИЕ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ 6
Усанова Регина Владимировна

Секция «Информационные технологии» **10**

АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ 10
Гудков Роман Евгеньевич
Москалева Светлана Станиславовна

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ КОМПЬЮТЕРНОГО ШИФРОВАНИЯ 16
Ершова Анастасия Андреевна
Пацюк Александр Дмитриевич

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СУБД ПРИ РАБОТЕ С БОЛЬШИМИ ОБЪЕМАМИ ДАННЫХ 24
Жигадлова Алина Вячеславовна
Носова Мария Геннадьевна

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ НА ЭВМ 28
Клименков Анатолий Владиславович
Москалева Светлана Станиславовна

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ МЕХАТРОННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ 34
Лоренц Дмитрий Вадимович

ВЫБОР ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ СЕТКИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ 45
Муратов Муса Азаматович
Сулейманова Алла Маратовна

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ СНИМКОВ МРТ 54
Селютин Александр Дмитриевич
Дауров Станислав Константинович

АРХИТЕКТУРА СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СЕТИ БЛОКЧЕЙН 61
Шибитов Давид Валерьевич

Секция «Космос, авиация» **65**

ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА МС-21 И SUKHOI SUPERJET В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ И РАЗРЫВА ОТНОШЕНИЙ С ИНОСТРАННЫМИ ПАРТНЕРАМИ 65
Карпеченко Дмитрий Викторович
Собко Руслан Васильевич
Кудасов Станислав Сергеевич
Галиев Артур Радикович

Секция «Материаловедение» **70**

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЕРОВОДОРОДНОЙ СРЕДЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЕЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШЛИПСОВОГО ПАКЕРА 70
Тукмаков Максим Дмитриевич
Гелметдинов Ринат Радикович
Павлова Ярослава Олеговна
Мокеев Александр Александрович

Секция «Машиностроение» **79**

ПРОБЛЕМА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ 79
Вандышев Денис Сергеевич

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА НА ЭТАПАХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА АВИАЦИОННОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ 88
Михеев Николай Владимирович
Михеева Анастасия Владимировна

Секция «Радиотехника, электроника» **93**

РАСЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИЙ И ЭЛЕКТРОНИКИ УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ДОМОМ 93
Бейбіт Ердәулет Әсембекұлы
Ахмедова Дилфуза Таировна
Мамилов Бакытжан Естемесович
Кусамбаева Назым Шаяхметовна
Ақтайлакова Дина Айтбайқызы

Секция «Телекоммуникации» **101**

УСТОЙЧИВОСТИ СВЯЗИ ПРИ ВЛИЯНИИ НА НЕЕ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ 101
Троянов Алексей Игоревич
Зубан Евгений Викторович
Жердев Дмитрий Владимирович
Хахамов Павел Юрьевич

Секция «Технологии» **105**

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ 105
Николаева Юлия Сергеевна
Турбаков Михаил Сергеевич

Секция «Электротехника» **109**

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ 109
Залялютдинов Марат Нуруллович

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СОДЕРЖАНИИ СВИНЕЙ В УСЛОВИЯХ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА 113
Зинчук Дмитрий Петрович

Секция «Энергетика» **117**

ПРИМЕНЕНИЕ АВАРИЙНЫХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 117
Вишневский Павел Сергеевич
Гаврилова Ирина Леонидовна

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЬДОАККУМУЛЯТОРА В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ 123
Дубровник Максим Александрович
Гаврилова Ирина Леонидовна

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ 127
Семчук Вадим Дмитриевич
Гаврилова Ирина Леонидовна

НОВЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЭЛЕКТРОДОМАХ 132
Ярошевич Алексей Владимирович
Гаврилова Ирина Леонидовна

СЕКЦИЯ

«АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО»

ФОРМИРОВАНИЕ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Усанова Регина Владимировна
студент магистратуры ИСИ,
Вологодский государственный университет,
РФ, г. Вологда
E-mail: usanovarv@vogu35.ru

FORMATION OF THE ESTIMATED COST OF A CAPITAL CONSTRUCTION OBJECT USING A DIGITAL INFORMATION

Regina Usanova
Master's degree student of ISI,
Vologda State University,
Russia, Vologda

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрена возможность формирования сметной стоимости объекта капитального строительства с использованием цифровой информационной модели и программного комплекса АВС с последующей оценкой ее эффективности.

ABSTRACT

The article considers the possibility of forming the estimated cost of a capital construction object using a digital information model and the ABC software package with subsequent evaluation of its effectiveness.

Ключевые слова: 5D-проектирование; сметная стоимость; АВС-смета, цифровизация строительства.

Keywords: 5D-design; estimated cost; ABC-estimate, digitalization of construction.

Разработка сметной документации на основе информационного моделирования важная, и можно сказать обособленная, часть цифровизации строительства. Использование параметрического моделирования (BIM) позволяет значительно ускорить процесс разработки сметной документации в основном за счет автоматизации таких действий как сбор, упорядочивание и анализ информации. При корректно сформированной информационной модели большая часть этих процессов происходит в автоматическом режиме.

Целью данной работы является формирование сметной документации на основе информационной модели объекта капитального строительства.

При работе на основе BIM технологии единственным источником получения информации является информационная модель – насыщенная данными 3D модель объекта, объединяющая все его разделы. Основной объем информации такой модели содержится в виде системы иерархически структурированных параметров, сформированных в процессе проектирования модели.

Для формирования BIM сметы – сметы, в основу которой ложатся данные из информационной модели, необходимо наличие специализированного программного продукта. В данной работе произведен обзор составления сметы на основе программы Autodesk Revit и АВС-сметы.

Кроме возможностей по назначению сметных свойств элементам BIM-модели плагины АВС позволяют экспортировать из всех BIM-систем сведения для разработки смет в едином открытом формате. Именно этот подход позволяет собирать сметные сведения в единой среде и выпускать единый комплект сметной документации по всем разделам вне зависимости от того, в какой BIM-системе был разработан проект.

Принципиальная схема 5D-проектирования представлена на рисунке 1.

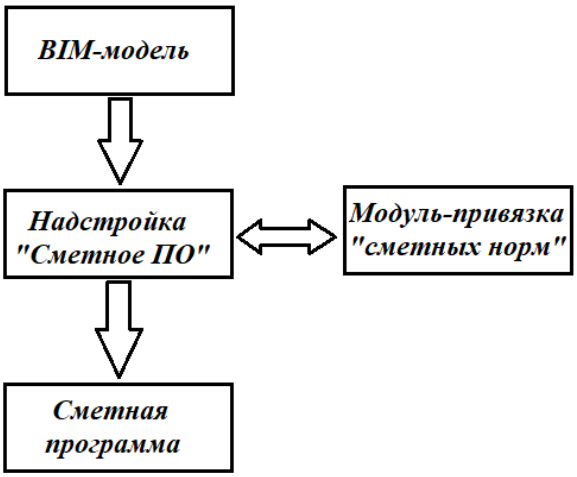

Рисунок 1. Принципиальная схема 5D-проектирования

Формирование сметной документации состоит из следующих этапов:

Первым этапом при разработке BIM-смет является качественная проработка разделов и подготовка 3D-модели объекта с использованием Autodesk Revit.

Вторым этапом является выбор элементов (всех или нескольких) проектируемого объекта в программе Autodesk Revit, и передача информации о них в модуль назначения сметных норм кнопкой «Назначить нормы».

Третьим этапом необходимо выполнить привязку сметных норм к конкретным элементам модели.

Четвертый этап – импортирование полученной структуры сметной документации в сметную программу для составления сметных расчетов и оформления полученных результатов.

При внесении изменений в 3D-модель объекта Autodesk Revit самостоятельно пересчитает объем работ, изменения, касающиеся конструктивных решений возможно просмотреть с помощью кнопки «Показать изменения» и повторно выполнить привязку сметных норм. Срок корректировки сметной документации сокращается наполовину в отличии от традиционной схемы проектирования.

Оценка эффективности внедрения и применения технологий информационного моделирования в сметную документацию была произведена на основании анализа документов, представленных в различных СМИ и материалов выступлений представителей организаций на конференциях и прочих мероприятиях.

Основные результаты анализа эффективности:

- сокращение длительности этапа проектирования до 30%;
- сокращение сроков подсчета объемов строительных работ и последующей корректировки сметных расчетов в 2-3 раза;
- повышение точности сметных расчетов, снижение средней величины ошибки в оценке общей стоимости проекта до 2%;
- снижение затрат на этапе строительства и эксплуатации объекта до 30%.

Подводя итог, можно сделать вывод, что рассмотренный принцип 5D-проектирования позволяет автоматизировать процесс разработки сметной документации на основе информационной модели, а также предоставляет возможность управления строительным процессом на всех стадиях жизненного цикла объекта. Важно подчеркнуть, что в соответствии с требованиями Постановления Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 331 «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства» задается новый вектор развития информационного проектирования в строительстве.

Список литературы:

1. Давыдов Н.С., Придвижкин С.В. Внедрение bim-технологий в части ценообразования посредством использования систем автоматизации выпуска сметной документации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции 29–30 марта 2018 года. – С. 8-13.
2. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. – М.: Изд-во ДМК Пресс, 2011. – 391 с.
3. Шершнёв А.В., Пурс Г.А., Изатов В.А., Воронин И.А. Автоматизированные интеллектуальные экспертные системы экономики строительства в работе BIM-систем. Материалы международной научно-практической конференции. 2017 Издательство: Минск РИВШ. – С.36-38.

СЕКЦИЯ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Гудков Роман Евгеньевич
студент,
кафедра информационно-управляющих систем,
Сибирский государственный университет
им. М.Ф. Решетнева,
РФ, г. Красноярск
E-mail: romangudkov@writeme.com

Москалева Светлана Станиславовна
научный руководитель, доц.
кафедры информационно-управляющих систем,
Сибирский государственный университет
им. М.Ф. Решетнева,
РФ, г. Красноярск

VULNERABILITY ANALYSIS IN FACIAL RECOGNITION SYSTEMS

Roman Gudkov
Student,
Department of Information and Control Systems,
Siberian State University named after M.F. Reshetnev,
Russia, Krasnoyarsk

Svetlana Moskaleva
Scientific supervisor, Associate Professor
of the Department of Information and Control Systems,
Siberian State University named after M.F. Reshetnev
Russia, Krasnoyarsk

АННОТАЦИЯ

Целью работы данной работы является анализ проблем распознавания образов лица, современными системами распознавания лиц.

В работе состоит из трех глав, содержащих известные проблемы технологии распознавания лиц.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to analyze the problems of facial pattern recognition, modern face recognition systems.

The paper consists of three chapters containing known problems of face recognition technology.

Ключевые слова: распознавание лиц, поиск лица, поиск личности, faceid, биометрия.

Keywords: face recognition, face search, identity search, faceid, biometrics.

Введение

За последние два десятилетия проводится множество исследований по распознаванию объектов, сопоставлению форм и распознаванию образов в области компьютерного зрения. В нашей повседневной деятельности доступен ряд биометрических приложений для распознавания людей, таких как распознавание глаз или радужной оболочки глаза, распознавание отпечатков пальцев, распознавание лиц. Сбер внедрил систему распознавания лиц в свои банкоматы и некоторые терминалы оплаты, Apple использует «Face ID» для разблокировки смартфона, оплаты покупок и блокировки приложений и Samsung использовал разблокировку по радужной оболочке глаза. То, что когда-то начиналось как атрибут, характерный для научно-фантастических фильмов, теперь является частью повседневной жизни: мы полагаемся на распознавание лиц каждый раз, когда разблокируем наши телефоны. Цифры только доказывают повсеместный характер распознавания лиц. В 2020 году мировой рынок программного обеспечения для распознавания лиц оценивался в 4 миллиарда долларов, и ожидается, что он достигнет отметки в 13 миллиардов долларов к 2026 году, зарегистрировав среднегодовой темп роста примерно на 20 %. Наряду с увеличением объема рынка, алгоритмы распознавания лиц становятся все более сложными. После вспышки COVID-19 поставщики программного обеспечения для распознавания лиц обновили свои алгоритмы новыми функциями, такими

как распознавание лиц с маской. В то же время, однако, технология распознавания лиц подверглась многочисленным этическим проблемам.

Лицо является важной частью человеческого бытия и требует обнаружения для различных приложений, таких как безопасность, судебное расследование. Это требует надлежащих методов обнаружения и распознавания человека с проблемами различных выражений лица, вариаций позы, окклюзии, старения и разрешения либо в кадре стационарного объекта, либо в видео последовательности изображений. Авторы алгоритмов попытались ввести понятие синтеза лица, для повышения точности и скорости распознавания в различных базах данных.

Проблемы систем распознавания лиц

Двумя большими тестами системы аутентификации являются точность и безопасность. Распознавание лиц достигает уровней точности, чтобы конкурировать с любым другим биометрическим методом. Но можно ли обмануть новые системы распознавания лиц или они могут защитить себя от злоумышленников, «крадущих» лица людей? Как мы установили, лицо – это не «секрет». Напротив, очень легко найти лицо человека в эпоху обмена фотографиями. При сборе данных из внешних источников основными проблемами являются неполнота и недостоверность информации. Для их решения необходимо собирать информацию из множества разных источников, что увеличит точность результатов.

Ошибки идентификации

Технология распознавания лиц не всегда работает так хорошо, как должна. Системы распознавания лиц могут быть затронуты плохим освещением или низким качеством изображения. Данные могут не совпадать с узловыми точками человека из-за скрытых углов камеры; это создает ошибку, когда сопоставление отпечатков лиц не может быть проверено в базе данных.

Конфиденциальность

Проблемы конфиденциальности существуют с технологией распознавания лиц из-за способности выявлять и отслеживать местонахождение, что может

представлять собой вторжение в права. Технология распознавания лиц может отслеживать людей, что беспокоит людей. Кроме того, значительные утечки данных слишком распространены в наши дни, и личная информация, которую собирает программное обеспечение для распознавания лиц, не застрахована.

Злоупотребление данными

Хотя технология распознавания лиц используется на протяжении десятилетий, недоверие исходит от того, как данные будут использоваться этично. Распознавание лиц может быть применено к снятым видеоматериалам общественных и частных пространств. Сторонники конфиденциальности продолжают рассматривать это как вторжение в частную жизнь, потому что многие организации не имеют ответственности при утечке данных.

Принудительное или тайное распознавание лиц

Если злоумышленники не могут подделать лицо, они могут принудительно выполнить аутентификацию. Например, они могут держать телефон у лица владельца во время сна или заставить его разблокировать принудительно.

Кража числового кода

Если каждый шаблон лица преобразуется в цифровой код перед сопоставлением, преступник украдет коды и воспользуется в корыстных целях. Усовершенствованный и более интеллектуальный подход к пользовательскому интерфейсу усложнили хакерам работу. Обнаружение «живости лица» – лучшая защита от подделки фотографий. 3D-сканирование помогает, а некоторые системы требуют, чтобы субъекты мигали во время настройки, чтобы указать на их естественность. Еще одной разумной мерой является поддержка различных уровней безопасности в зависимости от сценария использования. В сценариях с низким риском может быть подходящим только распознавание лиц. Но там, где риск высок, система может потребовать несколько факторов аутентификации, такой как пароль и отпечаток пальца.

Производители и разработчики алгоритмов поставляют системы распознавания лиц с переменными пороговыми значениями сложности распознавания,

для разных сценариев использования и приложений. Они снижают точность и увеличивают скорость аутентификации в умных домах, где есть небольшое количество пользователей, в отличие от банков, где идентифицируют большое количество пользователей. Приведу в пример систему распознавания лиц на устройствах Apple. В то время, когда лицо человека может разблокировать iPhone, а для открытия более защищенных приложений требуется сканирование лица и PIN-код.

Хорошая защита от сбора данных лица заключается в том, чтобы избежать их хранения в центральной базе данных. Вот почему многие системы хранят цифровой код локально, внутри безопасного анклава в самом устройстве. Например, в телефоне встроенный безопасный элемент – это защищенный от несанкционированного доступа чип-безопасности. Доступ к нему можно получить только при наличии строгой аутентификации. Кроме того, чип-безопасности никогда не делится кодом лица с приложением. Вместо этого, если служба хочет убедиться, что пользователь является подлинным, она просто получает ответ – да или нет.

Заключение

Человеческая способность распознавать лица поразительна. Мы распознаем тысячи лиц, изученных на протяжении нашей жизни, и узнаем знакомые лица с первого взгляда даже после десяти лет разлуки, несмотря на сильные изменения в визуальных аспектах из-за условий просмотра, выражения лица, старения и отвлекающих факторов, таких как очки или изменения в прическах или волосах на лице. Системы распознавания, основанные на многочисленных методах распознавания лиц, но не равные человеческой способности распознавать лица, несмотря на бесконечное число вариаций внешнего вида, которые лицо имеет во время различных ситуаций в жизни.

Список литературы:

1. Анил К. Джейн, Рууд Болле, Biometrics: Personal Identification in Networked Society (The Springer International Series in Engineering and Computer Science, 479, 1996 год. Текст: электронный. URL: https://www.amazon.com/Biometrics-Identification-Networked-International-Engineering/dp/1475782950 (дата обращения: 18.03.2022)
2. Ким, Кванг-Бик, Intelligent Immigration Control System by Using Passport Recognition and Face Verification. Текст: электронный. URL: https://www.researchgate.net/publication/220869374_Intelligent_Immigration_Control_System_by_Using_Passport_Recognition_and_Face_Verification (дата обращения: 22.03.2022)
3. Мэн Ван, Бо Фэн, iBotGuard: an Internet-based Intelligent Robot security system using Invariant Face Recognition against intruder. Текст: электронный. URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/1386457 (дата обращения: 23.03.2022)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ КОМПЬЮТЕРНОГО ШИФРОВАНИЯ

Ершова Анастасия Андреевна
студент,
математический факультет,
Самарский университет имени Академика С.П. Королёва,
РФ, г. Самара
E-mail: Ershova120101@gmail.com

Пацюк Александр Дмитриевич
научный руководитель, канд. техн. наук,
доц. кафедры Безопасности информационных систем,
Самарский университет имени академика С.П. Королёва,
РФ, г. Самара

АННОТАЦИЯ

Проведен сравнительный анализ современных программных средств для компьютерного шифрования.

Представлены результаты экспериментального исследования влияния на скорости обмена данными в результате увеличения затрат времени на операции шифрования-дешифрования.

Сформулированы рекомендации для применения программ компьютерного шифрования в коммерческих предприятиях и в быту.

Ключевые слова: информационная безопасность, шифрование, скорость обмена данными.

Все любят разгадывать других,
но никто не любит быть разгаданным.
Франсуа Ларошфуко

Введение

Существует два вида преобразования форм представления информации, которые отличаются своими целями – это кодирование и шифрование [1].

Цель кодирования – придать форме представления дополнительные полезные свойства: например, сокращение требуемого объема материального носителя (архивирование) или устойчивость к помехам в канале связи (кодирование с обнаружением и исправлением ошибок).

Цель шифрования – скрытие семантической составляющей информации, в случае перехвата злоумышленником материального носителя [1].

Настоящая работа посвящена исследованию современных программных средств для шифрования сменных носителей и получения количественной оценки их влияния на скорость обмена данными.

Общие положения

В настоящее время, в связи со всеобщей компьютеризацией, процесс шифрования-дешифрования автоматизирован и выполняется специальными программами.

Все виды компьютерного шифрования можно разделить на группы (рис. 1):

- шифрование трафика (например, протокол HTTPS);
- шифрование файлов, папок, архивов (например, при пересылке или хранении);
- шифрование устройств хранения информации (внутренние диски и сменные носители.

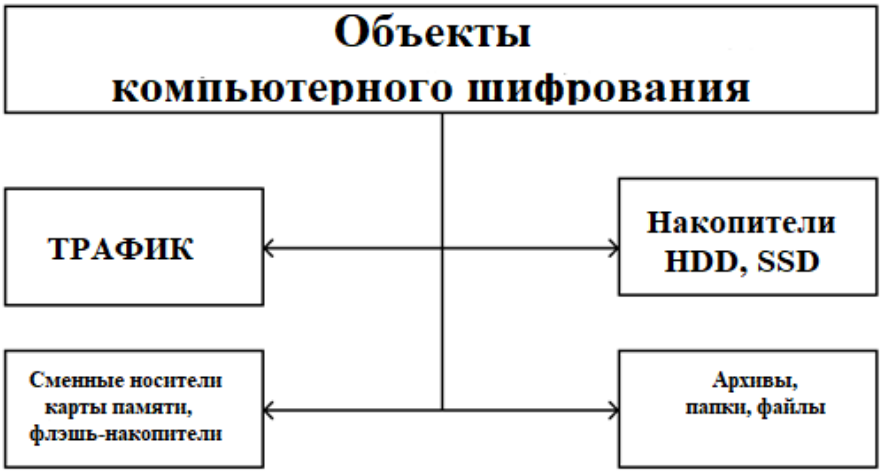

Рисунок 1. Объекты шифрования при компьютерной обработке информации

Шифрование сменных носителей приобретает особое значение в связи с тем, что они могут быть случайно утеряны пользованием, или целенаправленно похищены злоумышленником.

В общем случае, использование шифрования при обмене данными между устройствами, должно приводить к снижению скорости записи-чтения из-за затрат времени на операции шифрования-дешифрования.

Скорость записи $\mathbf{V_з}$ на устройство определяется как отношение объема информации **Q** к времени записи $\mathbf{T_з}$.

При шифровании информации время записи увеличится на время шифрования $\mathbf{T_ш}$.

$\mathbf{V_з} = \frac{\mathbf{Q}}{\mathbf{T_з}}$ скорость записи без шифрования;

$\mathbf{V_з} = \frac{Q}{Тз + Тш}$ скорость записи с шифрованием.

Аналогично определяется и скорость чтения информации с устройства.

Объекты и методика исследования

В настоящее время на рынке представлено множество программ для компьютерного шифрования, как платных [4, 5, 6], так и распространяемых свободно [2, 3, 7]. Характеристики наиболее популярных представлены в таблицах 1 и 2.

Для исследования влияния процесса шифрования на скорость обмена данными сменных накопителей использовался испытательный стенд в следующем составе:

- процессор – Intel Celeron CPU N3060 @ 1.60GHz;
- оперативная память – 4 ГБ;
- операционная система – Windows-10 LTSC 1809;
- внутренний накопитель – SSD 120ГБ;
- внешние накопители:
- Samsung EVO Plus microSDXC 128 ГБ;
- Samsung USB Flash 64 ГБ.

Для исследования использовались свободно распространяемые программы:

- **BitLocker;**
- **VeraCrypt;**
- **7-zip.**

Таблица 1.

Программы для шифрования данных, распространяемые платно

Название программы	**Поддержи-ваемые ОС:**	**Год выпуска последней версии**	**Виды шифров**	**Объекты защиты**	**Методы защиты**
Universal Shield 4.7.1	**Windows**	2012	Blowfish,CAST, Cobra 128, PC1, AES,Serpent, triple-DES, Twofish	Файлы, папки, диски	Шифрование, скрытие, блокирование
Folder Lock	**Windows**	2021	AES	Файлы, папки, диски	Шифрование, блокирование безопасное удаление.
CryptoExpert	**Windows**	2016	AES, Blowfish, Triple DES	Файлы, папки	Шифрование

Таблица 2.

Программы для шифрования данных, распространяемые свободно

Название программы	**Поддержи-ваемые ОС:**	**Год выпуска последней версии**	**Виды шифров**	**Объекты защиты**	**Методы защиты**
VeraCrypt	**Microsoft Windows, Mac OS X и GNU Linux**	2020	AES, Serpent, Twofish, Camellia и «Кузнечик»	Файлы, папки, диски	Шифрование, отрицаемое шифрование, скрытие
BitLocker	**Windows (старшие версии)**	2019	AES	Диски	Шифрование
7-zip	**Windows**	2021	AES	Архивы	Шифрование

Результаты исследования

Измерения скоростных характеристик сменных накопителей проводились с использованием программы DiskMark 8.1, интерфейс представлен на рис.2.

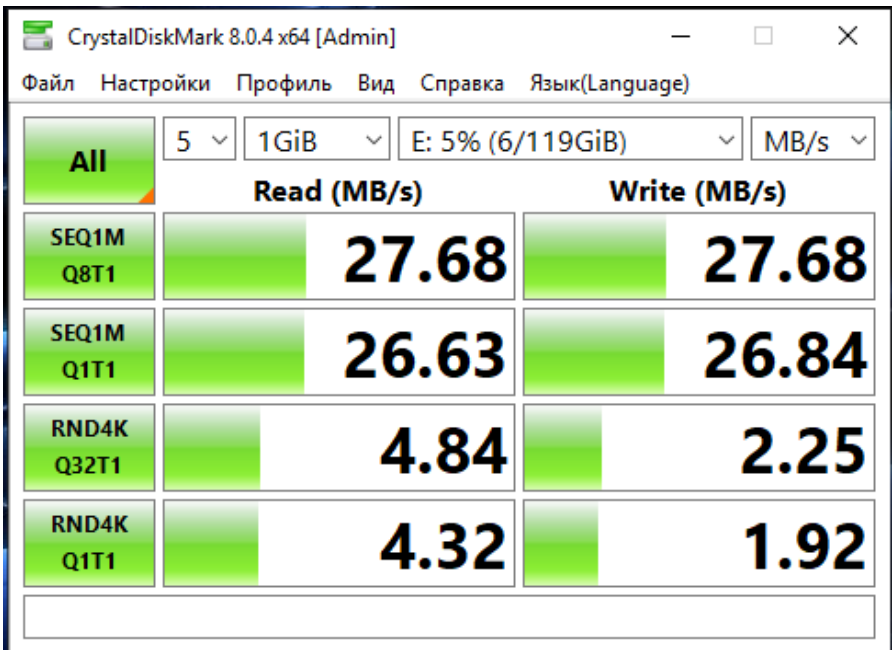

Рисунок 2. Результат измерения скорости карты памяти microSDXC программой DiskMark 8.1

Результаты измерения скоростей обмена данными с накопителями представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Скорость записи-чтения сменных носителей с шифрованием и без шифрования (МБ/с)

	Карта памяти microSDXC		**Flash Drive через USB2.0**		**Flash Drive через USB3.0**	
	Запись	Чтение	Запись	Чтение	Запись	Чтение
Без шифрования	**27.68**	**27.68**	**25.17**	**40.06**	**35.24**	**291.50**
BitLocker	**24.54**	**24.96**	**24.33**	**40.89**	**34.61**	**307.64**
VeraCrypt AES	**19.29**	**23.70**	**22.86**	**41.52**	**34.19**	**255.03**
VeraCrypt Camellia	**22.86**	**24.33**	**24.54**	**42.58**	**34.81**	**104.44**
VeraCrypt «Кузнечик»	**12.37**	**17.83**	**24.33**	**42.37**	**34.40**	**47.61**

Из полученных данных следует, что даже при использовании низко производительного процессора Intel Celeron, снижение скорости записи-чтения составляет единицы процентов для алгоритма **AES**. Алгоритмы шифрования

Camellia и **«Кузнечик»**, дают худший результат, поскольку требуют больших затрат времени процессора на операции шифрования-дешифрования.

Для измерения скорости обмена данными между сменными накопителями использовались штатные средства **WIN-10**. На рис.3 представлен результат измерения скорости при обмене данными между картой памяти microSDXC и Flash Drive.

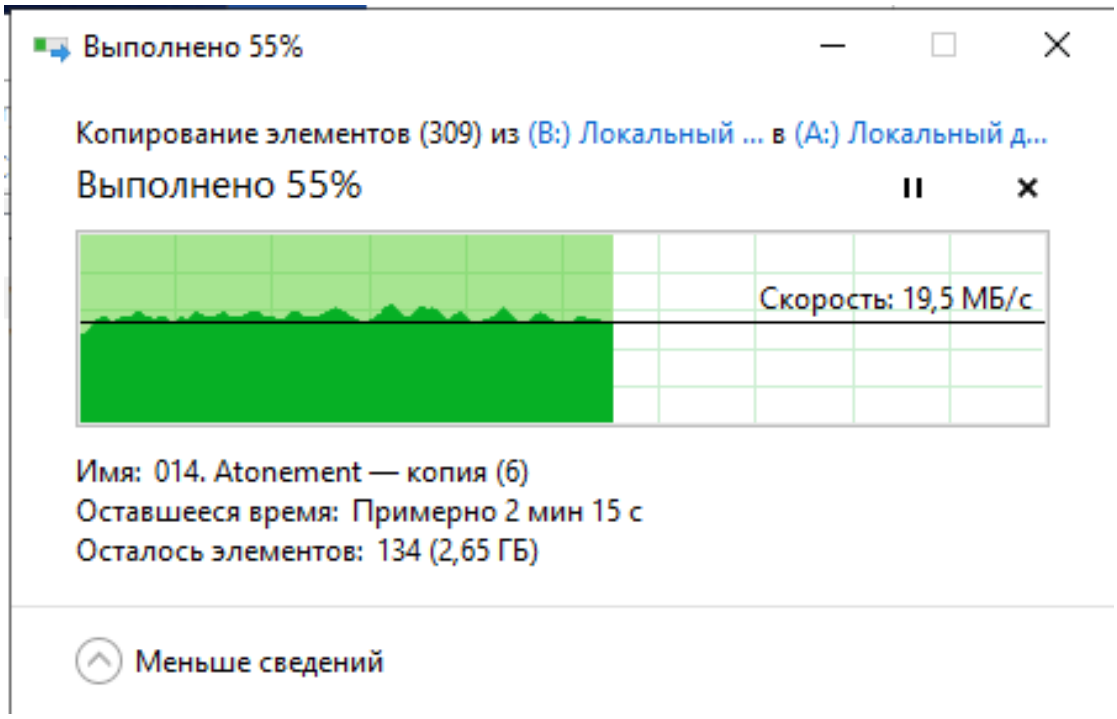

Рисунок 3. Результат измерения скорости между картой памяти microSDXC и Flash Drive

Результаты влияния процесса шифрования на скорость обмена данными между сменными носителями представлены в таблице 4.

В этом случае также наблюдается преимущество алгоритма **AES**, который и следует рекомендовать для шифрования сменных накопителей.

Таблица 4.

Скорость обмена данными между сменными носителями с шифрованием и без шифрования (МБ/с)

	С карты памяти microSDXC на Flash Drive 2.0	С Flash Drive 2.0 на карту памяти microSDXC	С карты памяти microSDXC на Flash Drive 3.0	С Flash Drive 3.0 на карту памяти microSDXC
Без шифрования	**13.2**	**22.6**	**23.1**	**22.6**
VeraCrypt AES	**17.3**	**10.7**	**19.5**	**9.79**
VeraCrypt Camellia	**18.4**	**14.3**	**16.5**	**11.0**
VeraCrypt «Кузнечик»	**11.2**	**9.56**	**11.6**	**8.32**
BitLocker	**14.9**	**18.6**	**20.7**	**18.0**

Отдельно следует упомянуть программу **7zip** [2], которая позволяет не только создавать архивы с целью сокращения необходимого объема носителя, но и защищать архив криптографически стойким алгоритмом **AES**.

Для исследования влияния режима шифрования не работу этой программы было измерено время создания на сменном носителе архива папки размером около 10 ГБ без шифрования и с шифрованием. В первом случае оно составило 27 мин, а во втором -31мин. Таким образом режим шифрования увеличивает затраты времени примерно на 10%.

Рекомендации по выбору программ шифрования для коммерческих предприятий и бытового применения

Исходя из всего вышеизложенного, можно предложить следующее.

Для малых коммерческих предприятий может использоваться программа **VeraCrypt**, обладающая широким функционалом и интуитивно понятным интерфейсом.

Для бытового применения можно рекомендовать **BitLocker,** который является штатным средством операционной системы **Microsoft Windows.**

Программа **7-zip** весьма удобна для хранения информации на съемных носителях, так как кроме шифрования производит архивацию, что позволяет экономить место на носителе.

Выводы

1. Современные программные средства шифрования обеспечивают надежную защиту семантической информации, хранимой на компьютерных носителях.

2. Современные процессоры обладают высокой производительностью, что делает снижение скорости обмена данными пренебрежимо малым (единицы процентов).

Список литературы:

1. Бирюков А.А. Информационная безопасность: защита и нападение. М.: ДМК Пресс, 2012. – 474 с.
2. 7-Zip [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.7-zip.org/ (дата обращения: 29.03.22)
3. BitLocker [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.securitylab.ru/contest/499475.php (дата обращения: 29.03.22)
4. CryptoExpert [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.securitylab.ru/software/265261.php (дата обращения: 29.03.22)
5. Folder Lock [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.securitylab.ru/software/234302.php (дата обращения: 29.03.22)
6. Universal Shield 4.7.1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.securitylab.ru/software/233974.php (дата обращения: 29.03.22)
7. VeraCrypt [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.comss.ru/page.php?id=2808 (дата обращения: 29.03.22)

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СУБД ПРИ РАБОТЕ С БОЛЬШИМИ ОБЪЕМАМИ ДАННЫХ

Жигадлова Алина Вячеславовна
магистрант,
кафедра экономической математики,
информатики и статистики,
Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники,
РФ, г. Томск
E-mail: zhigadlovaalva@sibmail.com

Носова Мария Геннадьевна
научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доц.,
Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники,
РФ, г. Томск

ANALYSIS OF DBMS PERFORMANCE WHEN WORKING WITH LARGE AMOUNTS OF DATA

Alina Zhigalova
Master's student,
Department of Economic Mathematics, Informatics and Statistics,
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk

Maria Nosova
Scientific supervisor, candidate
of Science in Physics and Mathematics, associate professor,
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk

АННОТАЦИЯ

В статье приводится сравнительный анализ СУБД Microsoft SQL Server, MySQL, SQLite. Также в статье приводятся данные о производительности СУБД. На основе полученного анализа приводятся рекомендации по выбору соответствующей СУБД.

ABSTRACT

The article provides a comparative analysis of Microsoft SQL Server, MySQL, SQLite DBMS. The article also provides data on DBMS performance. Based on the analysis obtained, recommendations are given for choosing the appropriate DBMS.

Ключевые слова: СУБД, базы данных, Microsoft SQL Server, MySQL, SQLite.

Keywords: DBMS, databases, Microsoft SQL Server, MySQL, SQLite.

Система управления базами данных (СУБД) – это программное обеспечение для создания баз данных, хранения и поиска в них необходимой информации. СУБД превращает огромный объем хранимых в компьютерной памяти сведений в мощную справочную систему [1].

Зачастую подбор СУБД играет важную роль в скорости выполнения запросов и обработки данных. Вследствие этого целью данной работы стал сравнительный анализ популярных на данный момент СУБД: Microsoft SQL Server, MySQL, SQLite.

Microsoft SQL Server. Microsoft SQL Server – система управления реляционными базами данных, созданная компанией Microsoft. Основной применяемый язык запросов – Transact-SQL. Transact-SQL является реализацией стандарта ANSI/ISO по структурированному языку запросов (SQL) с расширениями. В настоящий момент СУБД Microsoft SQL Server используется для работы с базами данных размером от персональных до крупных баз данных масштаба предприятия [2].

MySQL. MySQL – свободная реляционная система управления базами данных. Разработку и поддержку MySQL реализует компания Oracle. MySQL является решением для малых и средних приложений. Гибкость СУБД MySQL создается за счет поддержки большого объема типов таблиц: пользователи имеют возможность выбрать как таблицы, поддерживающие полнотекстовый поиск, так и таблицы, поддерживающие транзакции на уровне отдельных записей [2].

SQLite. SQLite – это быстрая и легкая встраиваемая система управления базами данных, написанная на языке C. Она не имеет сервера и предоставляет возможность хранить всю базу локально на одном устройстве. Для работы SQLite не нужны дополнительные библиотеки или службы. Движок базы данных

представляет библиотеку, с которой программа компонуется и SQLite становится составной частью программы. Вся база данных хранится в единственном стандартном файле на машине, на которой исполняется программа.

Сравнительный анализ СУБД представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительный анализ СУБД Microsoft SQL Server, MySQL, SQLite

Название	**Microsoft SQL Server**	**MySQL**	**SQLite**
Модель	Реляционная	Реляционная	Реляционная
Разработчик	Microsoft	Oracle	Ричард Хипп
Первый выпуск	1989 г.	1994 г.	2000 г.
Лицензия	Проприетарное программное обеспечение	Свободное программное обеспечение	Свободное программное обеспечение
Написан на	C, C++ и C#	C и C++	C
Поддержка SQL	да	да	да
Поддержка XML	да	да	нет
Операционная система	UNIX, OS/2, Windows	Linux, Microsoft Windows, macOS, FreeBSD, Solaris и UNIX-подобные операционные системы	кроссплатформенность
Поддерживаемые языки программирования	C#, C++, Delphi, Go, Java, JavaScript (Node.js), PHP, Python, R, Ruby, Visual Basic	Ada, C, C#, C++, D, Delphi, Eiffel, Erlang, Haskell, Java, JavaScript (Node.js), Objective-C, OCaml, Perl, PHP, Python, Ruby, Scheme, Tcl	Actionscript, Ada, Basic, C, C#, C++, D, Delphi, Forth, Fortran, Haskell, Java, JavaScript, Lisp, Lua, MatLab, Objective-C, OCaml, Perl, PHP, PL/SQL, Python, R, Ruby, Scala, Scheme, Smalltalk, Tcl

Средняя скорость обработки запросов INSERT, UPDATE, SELECT для таблицы из 100 000 записей в СУБД Microsoft SQL Server, MySQL, SQLite представлена в таблице 2 [3].

Таблица 2.

Сравнительный анализ скорости обработки запросов в СУБД Microsoft SQL Server, MySQL, SQLite

Название	**INSERT**	**UPDATE**	**SELECT**
Microsoft SQL Server	0,194 с	0,165 с	0,632 с
MySQL	1,823 с	2,504 с	0,170 с
SQLite	0,049 с	0,039 с	9,699 с

Анализируя данные сравнительных анализов СУБД, можно сделать следующие выводы.

СУБД Microsoft SQL Server проста в использовании, но при этом является платным продуктом. С точки зрения производительности, данная СУБД показала хорошие результаты.

СУБД MySQL и SQLite обе являются бесплатными продуктами. СУБД SQLite продемонстрировала наилучшие результаты в запросах INSERT и UPDATE, но показала высокое время выполнения запроса SELECT. В то же время СУБД MySQL показала средние результаты в скорости обработки запросов.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, можно рекомендовать СУБД MySQL и SQLite организациям, которым требуется надежный инструмент управления базами данных, но бесплатный. В свою очередь СУБД Microsoft SQL Server идеально подходит для крупных организаций, которые уже используют ряд продуктов Microsoft, так как данная СУБД очень хорошо взаимодействует с другими продуктами Microsoft.

Список литературы:

1. Тарасов С. В. СУБД для программиста. Базы данных изнутри. М.: СОЛОН-Пресс, 2015. – 320 с.
2. Куликов С. С. Работа с MySQL, MS SQL Server и Oracle в примерах: практ. пособие. Минск: БОФФ, 2016. – 556 с.
3. Кильдибаев А. Х. Сравнительный анализ СУБД при работе с большим объемом информации // Неделя науки и технологий: Материалы всероссийской научнопрактической конференции с международным участием (12-16 апреля 2021 г.), г. Сибай. – Сибай: Сибайский информационный центр – филиал ГУП РБ Издательский дом «Республика Башкортостан», 2021. – С. 237-240.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ НА ЭВМ

Клименков Анатолий Владиславович
студент,
кафедра информационно-управляющих систем,
Сибирский государственный университет
им. М.Ф. Решетнева,
РФ, г. Красноярск
E-mail: anatolii1100@gmail.com

Москалева Светлана Станиславовна
научный руководитель, доц.
кафедры информационно-управляющих систем,
Сибирский государственный университет
им. М.Ф. Решетнева,
РФ, г. Красноярск

ANALYSIS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF COLLECTING AND PROCESSING INFORMATION ON A COMPUTER

Anatoliy Klimenkov
Student,
Department of Information and Control Systems,
Siberian State University named after M.F. Reshetnev,
Russia, Krasnoyarsk

Svetlana Moskaleva
Scientific supervisor, Associate Professor
of the Department of Information and Control Systems,
Siberian State University named after M.F. Reshetnev,
Russia, Krasnoyarsk

АННОТАЦИЯ

Целью работы данной работы является анализ технологического процесса сбора и обработки информации на ЭВМ.

ABSTRACT

The purpose of this work is to analyze the technological process of collecting and processing information on a computer.

Ключевые слова: процесс, информация, обработка, данные.

Keywords: process, information, processing, data.

Введение

Любая деятельность человека представляет процесс сбора и обротки информации, принятия решений и их выполнения. С появлением современных средств вычислительной техники информация стала выступать в качестве одного из важнейших ресурсов научно-технического прогресса.

Целью исследования: работы является изучение принципов обработки информации по ее форме представления, способам ее кодирования и хранения. Для этого необходимо изучить понятие информации, которое является основополагающим понятием информатики.

Задачи исследования: Во-первых, ознакомиться с понятием «обработка информации», изучить: цели, задачи и виды; методы обработки информации; технологический процесс обработки информации. Во-вторых, исследовать классификацию технических средств обработки данных. К ним относятся: режимы обработки данных; способы обработки данных; комплекс технических средств обработки информации;

Сбор данных

Ввод первоначальных данных при создании информационных технологий в организационную и экономическую систему в итоге является ручным – пользователь компьютера «набирает» алфавитные и цифровые данные на клавиатуре, видимо контролируя правильность введенных символов на экране. Каждое нажатие клавиши является преобразование изображенного на ней символа в электронный двоичный код, то есть в данные понятные для ЭВМ. Этап вывода является заключительным этапом процесса переработки исходных данных в машинные данные. Конечно, теперь, помимо клавиш, есть другие вводные устройства, которые позволяют упростить и ускорить этот сложный и изнуряющий этап, такие как сканеры или вводные устройства голосом. Впрочем, указанные

приборы, в особенности последние, не являются совершенством и обладают достаточно высокой стоимостью.

Для выполнения задач автоматической обработки информации помимо введения осведомляющих сведений об объекте, необходимо подготовить и ввести информацию об организации и структуре предметной области, т.е. объектной модели, и информацию об последовательности процессов технологического преобразования для выполнения поставленных задач, т.е. модель алгоритма. Основная задача подготовки данных такого типа – написание программ и описание структур и информации на специальных языках формирования. Сейчас этап разработки программ и их ввода автоматизирован, благодаря развитию многофункциональных программных систем. Их использование значительно упрощает процесс создания, отладки и ввода программ. Однако само моделирование, то есть разработка моделей предметного направления решаемых задач, а также алгоритмическая реализация их, в свою очередь, не автоматизируется.

Поэтому после сбора и подготовки документов, моделей, программ, исходные данные становятся данными, представленными машинными двоичными кодами, хранимыми на машинном носителе и обработанным техническими средствами информационной техники.

Обработка данных

Как правило, обработка информации в компьютерной системе осуществляется децентрализовано в местах, где возникают первичные данные, где организованы автоматизированные работники специалистов того или иного управленческого отдела, отдела снабжения материально-технических средств и снабжения, отдела технического обслуживания, конструкторского, бухгалтерского, планового и др. Однако обработку можно производить не только в автономном режиме, но еще и в компьютерных сетях, используя набор программных средств для ЭВМ и массивов информации для выполнения функций.

Обработка данных связана с преобразованием и отображением данных.

Процессы преобразования данных на уровне логики являются алгоритмами и программами обработки структуры данных. В них входят стандартные методы

сортировки, поиска, создания и преобразования статистических структурных данных, и нестандартные методы, которые обусловлены алгоритмами, программами преобразований данных для решения конкретных задач информационных технологий. Модели процедур визуализации данных – компьютерные программы, которые преобразуют данные, представленные машинным кодом в воспринимаемые человеком данные, содержащие смысловую составляющую. В современной компьютерной системе данные можно отображать в виде текста, графики, изображения, звука с помощью мультимедийных средств, интегрирующих все основные методы отображения в компьютере.

Процедура представления данных является одной из важнейшей в информационных технологиях. Если бы человеческие органы чувств не могли воспринимать результат обработки информации, то этот результат остался бы в себе.

Современные информационные технологии, воспроизводя информацию, предпочтение уделяют графическим режимам работы экранов, в отличие исторически раннего текстового режима как наиболее уникальным. Функция графического режима позволяет вывести любую графическую информацию на экране дисплея, поскольку буквы, цифры являются графическим объектом, а также имеют возможность изменять масштаб, проекция, цвет и так далее. Развитие информационно-технологических технологий в области ввода, вывода информации происходит по пути разработки объектно-ориентированной системы, в которой настройка системы, программирование функций ввода, вывод информации происходит с помощью графических объектов, которые отображаются на экране экрана, примером может служить широкий спектр графических интерфейсов Windows и объектно-ориентированных языков Delphi и Java и так далее.

Отображение информации в экране экрана в виде графического объекта графики, геометрической фигуры, изображения и так далее называется компьютерной графикой. В процессе решения задач в компьютере по программе машинного обеспечения формируется результат, который впоследствии используется в процессе принятия решений.

Заключение

Современное развитие человечества обусловлено переходом от промышленного общества к информационному, где основной предмет собственности является информация.

Информатика рассматривает понятие информации как знание человека, которое он получает от окружающего мира, и которое он реализует при помощи вычислительных технологий. Большой объем информации накоплен в мире, однако эффективно ее использовать можно лишь при помощи новых информационных технологий обработки данных.

С момента, когда появились компьютеры или, как вначале их называли, ЭВМ, в первую очередь появились средствами обработки цифровых данных. В то же время, особенно в связи с широким распространением персонального компьютера ПК, компьютеры были использованы для того, чтобы хранить, обрабатывать, передавать и искать текстовую, числовую, изобразительную, звуковую, видеоинформацию. С момента возникновения первых компьютеров для персонального компьютера.

Процессор компьютера выполняет обработку информации воспроизведением, преобразованием, передачей, записью на внешние носители. При помощи компьютера можно создавать и хранить новые данные любых типов, для этого используются специальные программы для компьютеров и устройства для ввода данных.

Особый вид информации сейчас можно назвать информацию, представленную в глобальной сети- Интернет. Здесь применяются особые методы хранения и обработки информации большого объема, поиска, передачи и распределения информации, а также специальные методы работы с разными видами данных. Программное обеспечение постоянно совершенствуется, обеспечивая коллективное общение с информацией любого типа.

Список литературы:

1. Стив Макконнелл. Совершенный код. Практическое руководство по разработке программного обеспечения.
2. http://www.myshared.ru/slide/1335582/https://revolution.allbest.ru
3. https://yourlib.net/content/view/12893/153/https://cyberpedia.su
4. https://lektsii.com/1-1236.html
5. http://diss.seluk.ru/m-informatika/30000751-1-tehnicheskie-sredstva-informatizacii-izdatelstvo-tgtu-ministerstvo-obrazovaniya-rossiyskoy-federacii-tambovskiy-biznes-kolledzh-teh.php

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ МЕХАТРОННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Лоренц Дмитрий Вадимович
магистрант,
кафедра электронного машиностроения,
Уральский федеральный университет,
РФ, г. Екатеринбург
E-mail: pit.pitov@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы импортозамещения программного обеспечения для создания мехатронных автоматизированных систем в условиях современной экономической ситуации. Проводится анализ доступного программного обеспечения, требуемого для моделирования мехатронных автоматизированных систем. Обосновывается выбор базового отечественного пакета для моделирования мехатронных автоматизированных систем.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, программное обеспечение, динамика, математическая модель, MATLAB, импортозамещение, пакет SimInTech.

В связи с широким применением мехатронных модулей и робототехнических комплексов проблема описания и исследования их динамики остается актуальной. Кроме того, в связи с развитием новых подходов к управлению исполнительными модулями выдвигаются новые требования к математическим моделям приводов с механическими передачами и возникает необходимость совершенствования этих математических моделей.

Моделирование мехатронных автоматизированных систем основано на использовании математических моделей динамики таких устройств и связано с большим объемом моделирования. Сроки и качество моделирования напрямую связаны с адекватностью математического описания и эффективностью инструмента моделирования. В то время как математическое описание динамики движущихся объектов достаточно разработано и соответствующие математические

модели в виде систем дифференциальных уравнений хорошо известны, алгоритмическая и программная реализация таких моделей разработана значительно меньше.

В настоящее время отсутствует достоверно подтвержденное программное обеспечение для создания цифровых двойников мехатронных автоматизированных систем. Ввиду сложной политико-экономической ситуации в России возникает необходимость в определении ПО, которое будет отвечать требованиям при моделировании мехатронных автоматизированных систем. Поэтому создание эффективных инструментов моделирования остаётся актуальной задачей.

Эффективность средств моделирования определяется не только оперативностью (скоростью и точностью расчетов), но и удобством и простотой подготовки задачи к решению, то есть составления программы моделирования. В настоящее время для этой цели все чаще используются средства автоматизации, позволяющие составлять программу из стандартных блоков с использованием наглядных графических представлений. Этот процесс называется визуальным моделированием и заключается в интерактивном создании графической схемы модели из «квадратов», соединенных линиями связи. [1]

В данной статье одним из основных зарубежных аналогов для моделирования мехатронных автоматизированных систем является пакет Simulink ПО Matlab. Это программное обеспечение является одной из старейших программ для систем автоматизации математических расчетов. Он основан на расширенном применении и представлении матричных операций.

Возможность использования и создания новых специальных наборов инструментов (toolbox) помогает расширить функции Matlab. Они представляют собой набор функций, написанных на языке Matlab для решения специализированных задач. В частности, в состав Matlab входит библиотека визуального программирования Simulink. Это позволяет построить логическую схему системы управления с использованием стандартного набора блоков. Закончив проектирование схемы, можно детально проанализировать ее работу. Значения

параметров, сигналы и атрибуты схемы отображаются непосредственно на самой схеме или вводятся с текстовой консоли.

Основная библиотека системы Simulink содержит следующие разделы: блоки аналоговых (Continuous), нелинейных (Discontinuous), дискретных (Discrete) элементов; определение математических операций MathOperations; блоки источников (Sources) и отображения (Sinks) сигналов, портов и подсистем (Port & Subsystems), а также маршрутизации (Signal Routing), табличных функций (Look-Up Tables); блоки проверки свойств сигнала (Model Verification); блоки настройки свойств сигнала (Signal Attributes). Simulink Matlab представлен на рисунке 1.

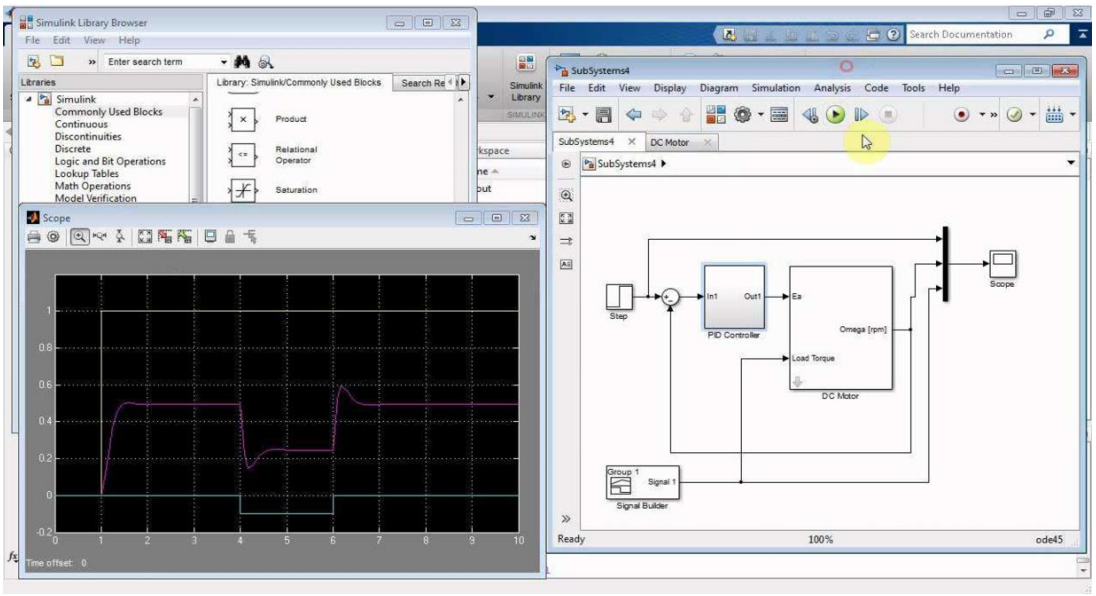

Рисунок 1. Simulink Matlab

При моделировании в Simulink пользователь может использовать достаточно широкую палитру методов решения дифференциальных уравнений, а также выбирать метод изменения модельного времени (с фиксированным или переменным шагом), что позволяет проводить моделирование для широкого круга систем, включая непрерывные, дискретные и гибридные системы любой размерности. Средства визуализации позволяют следить за процессами, происходящими в системе. Для этого используются специальные приборы наблюдения, входящие в состав библиотеки Simulink. Результаты моделирования могут быть представлены в виде графиков или таблиц.

Недостатки Matlab/Simulink являются общими для всех инструментов структурного моделирования. Как и во всех подобных пакетах, при создании сложных моделей приходится строить довольно громоздкие многоуровневые блок-схемы, не отражающие естественную структуру моделируемой системы. Частично этот общий недостаток пакетов структурного моделирования устраняется использованием приложений, реализующих принцип физического многодоменного моделирования, таких как SimMechanics (механика твердого тела), SimPowerSystems (силовые электрические и электронные системы), AeroSpace (динамика полета в атмосфере). и космос), Control Design and Design Optimization (разработка, настройка и оптимизация систем управления), предоставляющая возможность построения моделей очень широкого класса систем [2].

Simulink в чистом виде не всегда позволяет решать конкретные пользовательские задачи, возникающие при моделировании технических систем. В частности, не существует стандартной модели сухого трения, механических упоров и некоторых других нелинейностей, играющих существенную роль при моделировании высокоточных систем. [3]

1.4. SimInTech – российская система модельного проектирования систем автоматического управления (САУ). Программное обеспечение SimInTech состоит из графической среды разработки и системы выполнения в реальном времени NordWind. SimInTech – это среда для создания математических моделей, интерфейсов управления и алгоритмов управления.

В отличие от аналогов, это программное обеспечение менее затратно по ресурсам персонального компьютера и позволяет производить индивидуальную настройку блок-схем, что увеличивает возможности гибкой настройки системы для разработчиков.

SimInTech предназначен для детального изучения и анализа нестационарных процессов в различных объектах управления. Приложение позволяет решать задачи моделирования объектов энергетики, а также транспорта, нефти и газа и др. [4]

Для создания математической модели объекта SimInTech содержит библиотеки для моделирования: электроприводов, механических взаимодействий,

гидравлических и пневматических силовых машин, теплогидравлики, пневматики, баллистики космических и летательных аппаратов в атмосфере, а также электрических цепей.

SimInTech – российский продукт с хорошей базой помощи от разработчиков. На данный момент SimInTech значительно превосходит Simulink по быстродействию (скорость запуска SimInTech, расчета схем моделирования и т.д. во много раз быстрее, чем Simulink). Немаловажно и то, что для решения более-менее важных задач необходимо обращаться к разработчикам программного обеспечения. Интерфейс SimInTech представлен на рисунке 2.

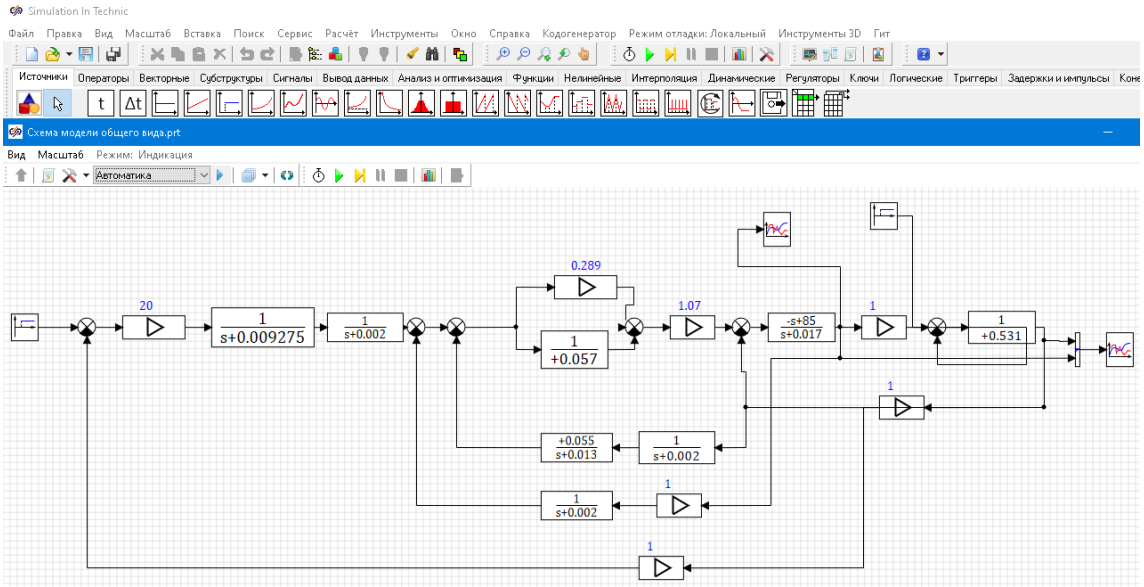

Рисунок 2. Интерфейс SimInTech

2. Проверка SimInTech на моделирование мехатронных автоматизированных систем.

По степени интеграции основные функциональные компоненты мехатронных систем делятся на модули движения, электромеханические модули движения и мехатронные модули движения.

В качестве примера демонстрируется синтез контроллеров в роботизированной системе сервопривода постоянного тока. В роботизированных системах довольно часто двигатель напрямую связан с исполнительным механизмом (без редуктора). Такой случай рассматривается ниже. [4]

Математическое описание одного звена робота имеет вид:

$$J\frac{d_{wm}}{dt} = k_m i_я - M_н \quad (1)$$

$$M_н = C_1 w_m + C_2 \sin\theta_m \quad (2)$$

где J – суммарный момент инерции ротора двигателя и механического звена робота, $i_я$ – ток якоря, $\Theta_m = \int w_m dt$– угол поворота звена робота.

Ток якоря ДПТ находится из уравнения:

$$T_я\frac{di_я}{dt} + i_я + \frac{k_E}{R_я}w_m = \frac{u_я}{R_я} \quad (3)$$

Схема, поясняющая работу устройства, приведена на рисунке 3.[5]

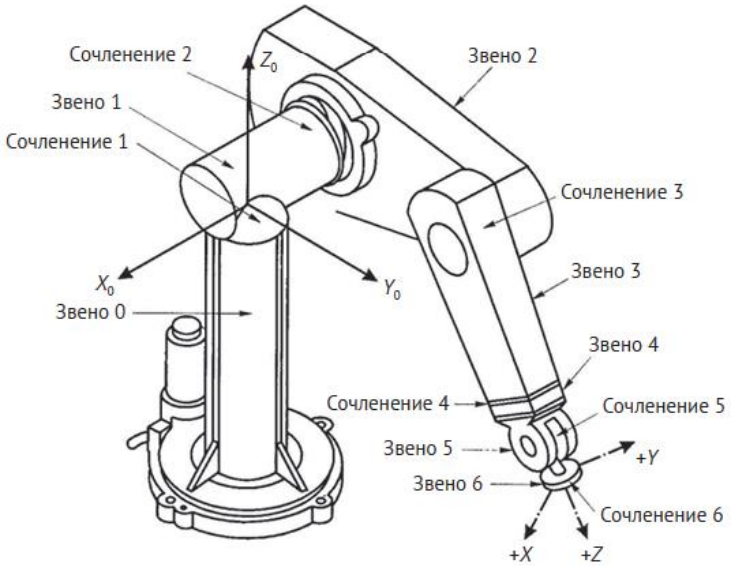

Рисунок 3. Схема робота

По уравнениям (1), (2), (3) построена модель объекта управления, состоящая из двигателя мощностью 0,45 кВт и звена робота. Модель звена робота и переходной процесс звена робота по управлению представлены на рисунке 4.

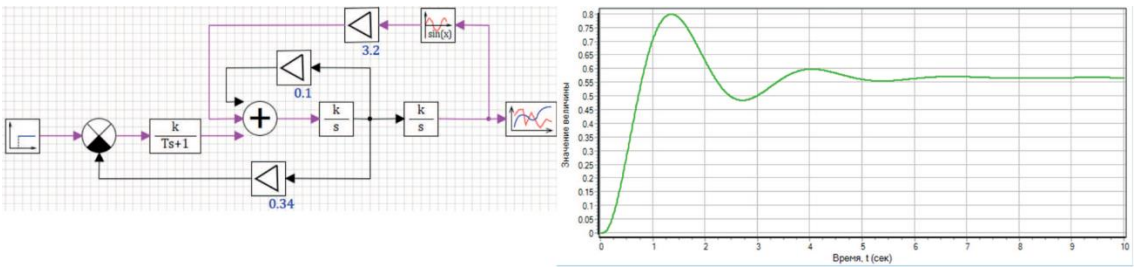

Рисунок 4. Модель звена робота и переходной процесс звена робота по управлению

Переходный процесс в системе по углу поворота звена робота при C1 = 0,1, C2 = 3,2. Обратите внимание, что момент нагрузки робота учитывается в передаточной функции. Приведенный пример показывает, что двигатель с учетом нагрузки на его вал может стать достаточно колебательным динамическим звеном с недопустимым перерегулированием в звене робота. Отметим, что время переходного процесса составляет около 6 с. Необходимо синтезировать регуляторы для управления звеном робота при наличии датчиков всех переменных состояния. Структурная схема робототехнической системы представлена на Рисунке 5.

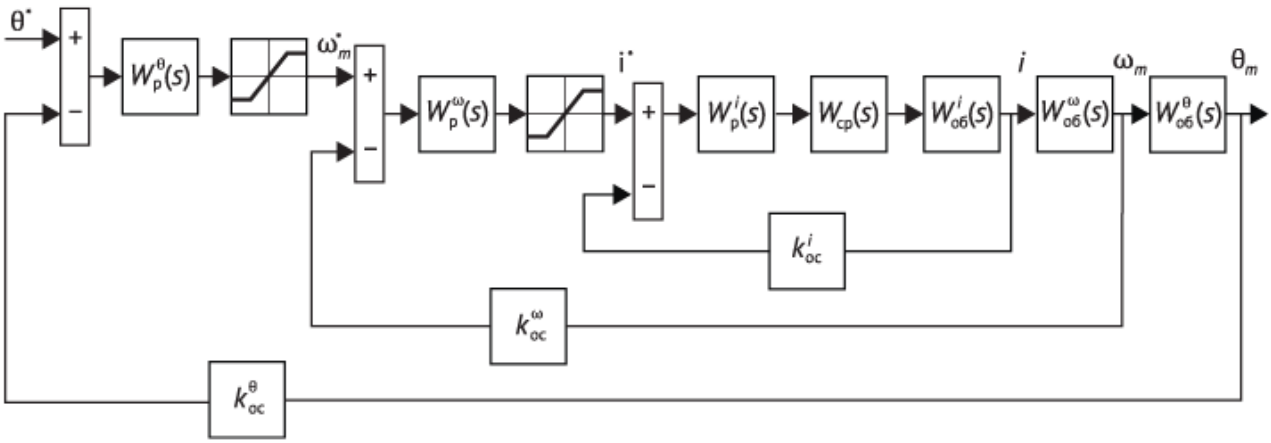

Рисунок 5. Структурная схема робототехнической системы

Полная модель системы управления, построенная по подчиненному принципу, показана на рисунке 6.

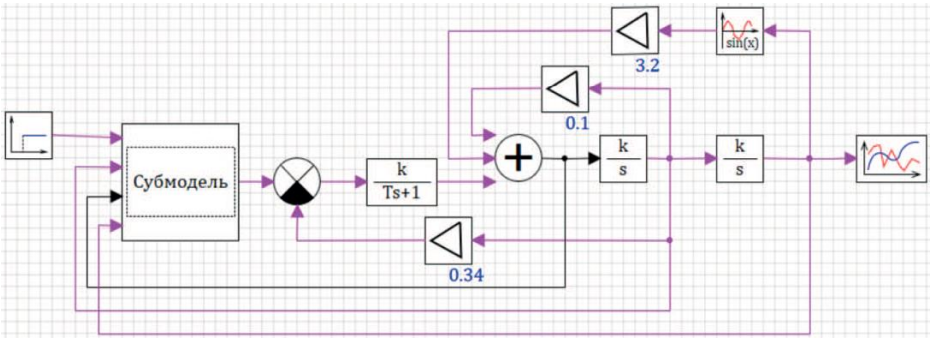

Рисунок 6. Модель подчиненной структуры управления роботом

В этой модели имеется три контура: 1) контур тока; 2) контур скорости; 3) контур положения. Итоговая модель регуляторов в системе управления звеном робота, обозначенная на рисунке 6 как «Субмодель», приведена на рисунке 7. [5]

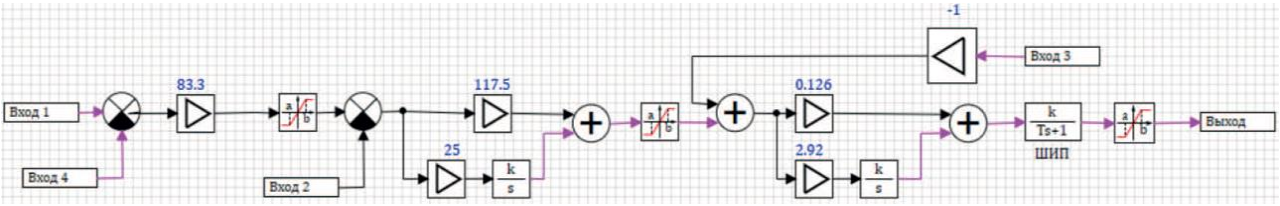

Рисунок 7. Модель регулятора подчиненной структуры управления роботом

Переходные процессы по углу поворота звена робота в замкнутой системе и по скорости поворота звена робота в замкнутой системе представлены на рисунке 8. Переходные процессы по току в якоре двигателя в замкнутой робототехнической системе и по углу поворота звена робота с выходом на ограничение по току и скорости представлены на рисунке 9.

Отличие переходного процесса от типичного объясняется тем, что дважды (для токового контура и для скоростного контура) динамическое звено второго порядка было заменено звеном первого порядка в соответствии с уравнением:

$$\frac{1}{2T_0^2S^2+2T_0S+1} \approx \frac{1}{2T_0S+1} \tag{4}$$

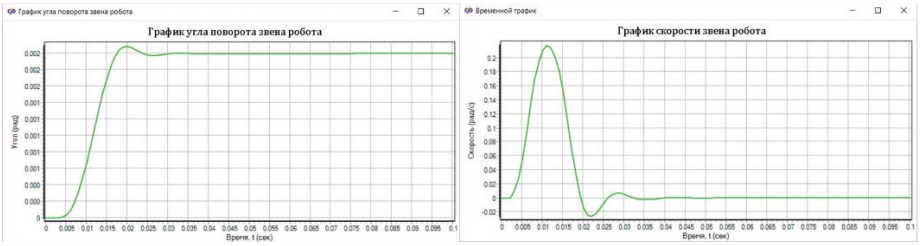

Рисунок 8. Переходные процессы по углу поворота звена робота в замкнутой системе и по скорости поворота звена робота в замкнутой системе

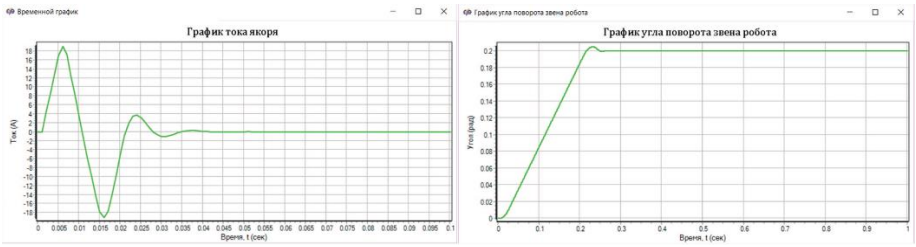

Рисунок 9. Переходные процессы по току в якоре двигателя в замкнутой робототехнической системе и по углу поворота звена робота с выходом на ограничение по току и скорости

Аналогичные переходные процессы при больших углах задания и при выходе системы на ограничение по скорости представлены на рисунке 10.

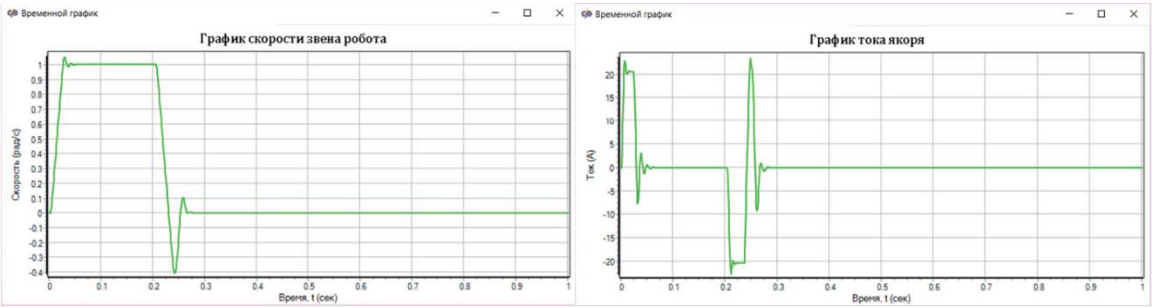

Рисунок 10. Переходные процессы по скорости звена робота с выходом на ограничение по току и скорости по току двигателя звена робота с выходом на ограничение по току и скорости

Из графиков видно, что необходим синтез регуляторов для управления звеном робота при отсутствии датчика скорости.

Для этого случая реализуем «токовой коридор» с помощью релейного контроллера в цепи тока ДПТ. В этом случае цепь тока можно рассматривать как

безынерционную, а регулятор мощности как источник тока. Кроме того, при малых углах отклонения можно принять $\sin\theta_{\text{ь}} \approx \theta_m$, тогда звено робота вместе с ДПТ описывается уравнением (1), (2), из которого определим передаточную функцию

$$W_{\text{об}}(S) = \frac{k_M}{C_2} * \frac{1}{T^2 s^2 + 2\epsilon T s + 1} \tag{5}$$

Для такой системы используется ПИД-регулятор с реальным дифференцирующим звеном. Модель робототехнической системы и Модель регулятора приведена на рисунке 11. Динамические характеристики замкнутой системы показаны на рисунке 12.

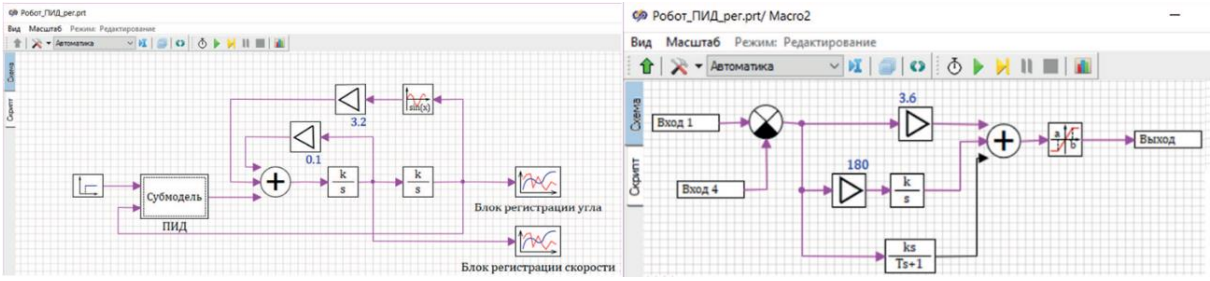

Рисунок 11. Модель робототехнической системы и модель ПИД-регулятора робототехнической системы

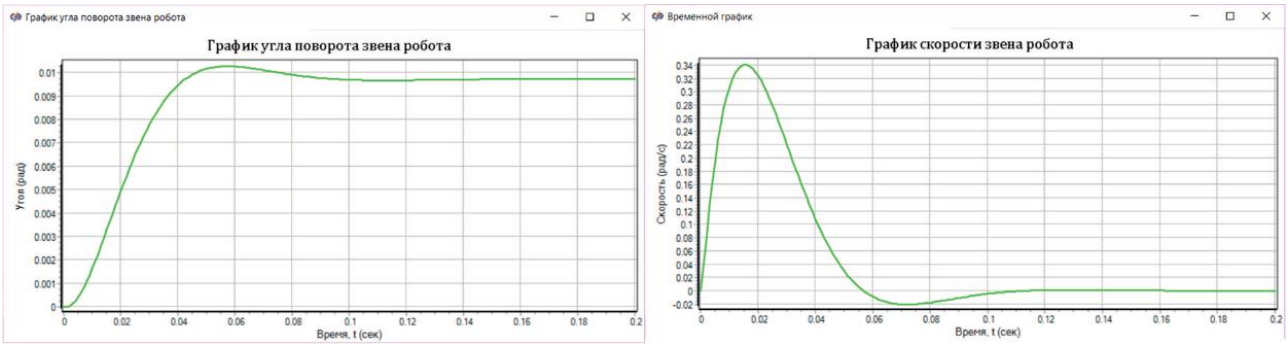

Рисунок 12. Переходные процессы по углу в робототехнической системе и по скорости в робототехнической системе

Из графиков видно, что после внедрения ПИД-регулятора переходные процессы практически не имеют перерегулирования. Динамика цифровой системы

остается такой же, как в системе непрерывной при значении периода дискретизации, удовлетворяющей равенству $T \leq 0.1T_D$. [5]

Таким образом была рассмотрена возможность импортозамещения программного обеспечения для моделирования мехатронных автоматизированных систем. На данный момент SimInTech не уступает зарубежным аналогам, а в некоторых аспектах превосходит их, что делает пакет SimInTech пригодным для моделирования мехатронных автоматизированных систем.

Список литературы:

1. Черепашков, А.А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении / А.А. Черепашков, Н.В. Носов. – М.: ИнФолио, 2014. – 642 с
2. Дьяконов В.П. MATLAB 6/6.1/6.5 + SIMULINK 4/5 в математике и моделировании. Полное руководство пользователя. – М.: СОЛОН-Пресс. – 2013. – 576 с.
3. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем: учеб. пособие для вузов. СПб.: Корона Век, 2008. 367 с. ил.
4. Калачев Ю.Н. «SimInTech»: моделирование в электроприводе. М.: ДМК Пресс, 2019. 90 с.
5. Герман-Галкин С.Г., Карташов Б.А., Литвинов С.Н. Модельное проектирование электромеханических мехатронных модулей движения в среде SimInTech. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 494 с.

ВЫБОР ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ СЕТКИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ

Муратов Муса Азаматович
студент,
кафедра автоматизированных систем управления,
Уфимский государственный авиационный
технический университет,
РФ, г. Уфа
E-mail: musa.muratov99@mail.ru

Сулейманова Алла Маратовна
научный руководитель, доц.,
кафедра автоматизированных систем управления,
Уфимский государственный авиационный
технический университет,
РФ, г. Уфа

SELECTION OF AUTOMATIZATION TOOLS FOR DRAWING UP A TELEVISION BROADCAST GRID

Musa Muratov
Student,
Department of Automatized Control Systems,
Ufa State Aviation Technical University,
Russia, Ufa

Alla Suleymanova
Associate professor,
Department of Automatized Control Systems,
Ufa State Aviation Technical University,
Russia, Ufa

АННОТАЦИЯ

В статье представлен анализ существующих на рынке инструментальных средств составления сетки вещания, рассмотрены правила ее составления, разработана математическая модель аргументированного выбора инструментального средства.

ABSTRACT

The article presents an analysis of the tools available on the market for compiling the broadcast grid, the rules of its compilation are considered, a mathematical model of a reasoned choice of an instrument is developed.

Ключевые слова: автоматизация, сетка вещания, правила составления сетки вещания.

Keywords: automatization, broadcast grid, rules for drawing up a broadcast grid.

Введение

Отечественный медиарынок в современных условиях стремительно меняется. Экономический успех телеканала определяется его рейтингом, на основе которого осуществляется медиапланирование рекламы.

Стратегия телевизионного программирования сетки вещания становится ключевым инструментом управления, который должен учитывать множество факторов: качество телевизионных передач, структуру времени, сбалансированность эфира. Важно ранжировать временные интервалы с учетом сложности структуры и предпочтений телеаудитории. Сбалансированность сетки вещания предполагает уравновешенность предпочтений заинтересованных сторон, логически выверенное заполнение эфира, выступающего одним из факторов конкурентоспособности вещателя.

Правила составления сетки вещания

С точки зрения редактуры, костяк сетки любого канала составляют новости, реклама и короткие или длинные передачи. Должны быть запасные передачи, которые можно будет выпустить в эфир в случае форс-мажорных ситуациях.

Для процесса составления сетки вещания для телеканала можно выделить следующие правила:

1. Об изменениях на следующей неделе в хронометраже передач, добавлении в эфир новых фильмов/передач и другого (за исключением рекламы) нужно предупреждать не позднее среды этой недели.

2. Всё, что выходит в эфир, выходит с анонсами.

3. В первую очередь в сетке заполняется время выходов новостей и рекламных блоков.

4. При расположении передач в течение дня необходимо придерживаться их тематики.

5. Передачи, которые обновляются раз в неделю, повторяются не больше 14 раз в неделю.

6. Передачи, которые обновляются раз в две недели, повторяются не больше 14 раз в неделю, на следующую неделю нужно ставить повторы этой передачи.

7. Проплаченные выпуски выпускать в соответствии с договором.

8. 30-минутные передачи, которые обновляются один раз в две недели ставить не более одного раза в день в течение двух недель.

Выбор инструментальных решений

Ниже рассмотрены современные решения для автоматизации процесса составления сетки вещания.

1. Программно-аппаратный комплекс для автоматизации вещания с возможностью задержки видеопрограмм и ретрансляции с изменениями в расписании. Максимальное время задержки определяется только емкостью используемых дисковых массивов. В качестве аппаратной основы используются платы серии FDExt.

2. Система AutoPlay7 компании BRAM Technologies

Позволяет создать единую информационнопроизводственную среду телекомпании и построить полностью цифровую безленточную технологию видеопроизводства и телевещания.

3. Система OPLAN

Система комплексной автоматизации производственных и бизнес-процессов телекомпании разработана российской компанией OPLAN Software Solutions.

Для выбора инструментальных средств используется метод анализа иерархий. Данный метод представляет собой математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решения, позволяющий эксперту формализировать свои представления о проблеме и математически точно определить приоритетность ее возможных решений, выбрав из последних наиболее приоритетные решения.

На первом этапе строится модель пробной ситуации в виде иерархии (рисунок 1).

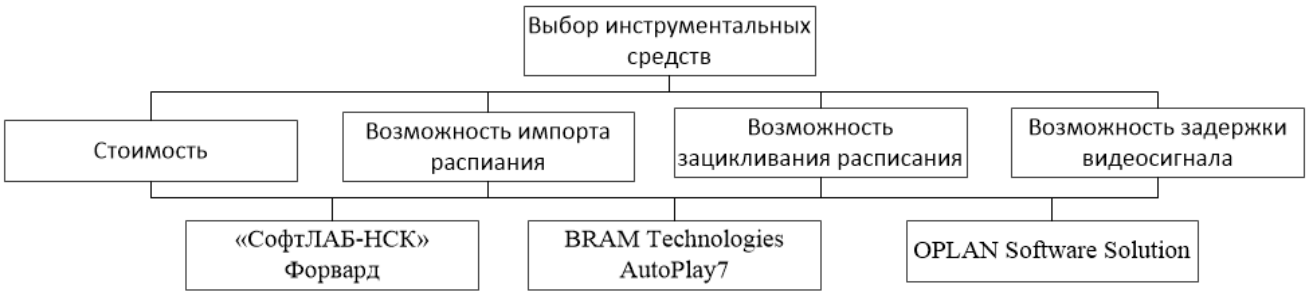

Рисунок 1. Модель пробной ситуации в виде иерархии

На втором этапе определяются приоритеты каждого элемента иерархии с использованием метода парных сравнений. В таблице 1 представлена матрица парных сравнений.

Предпочтительность одного элемента перед другим фиксируется экспертом при помощи рационального числа от 0 до 5, где 0 – минимальная оценка, а 5 – максимальная. Если число дробное, то есть находится в диапазоне [0,1], то первый сравниваемый элемент менее предпочтителен, чем второй, если элементы равно предпочтительны, то эксперт ставит единичную оценку.

Таблица 1.

Матрица А парных сравнений

Выбор инструментальных средств	**Стоимость**	**Возможность импорта расписания**	**Возможность зацикливания расписания**	**Возможность задержки видеосигнала**
Стоимость	1	1/3	1/4	1/2
Возможность импорта расписания	3	1	2	1/3
Возможность зацикливания расписания	4	1/2	1	1/4
Возможность задержки видеосигнала	2	3	4	1

Далее проверяется согласованность суждений эксперта. Для начала вычисляется собственный вектор (СВ) Y и вектор приоритетов (ВП) Y` матрицы А по соответствующим формулам (1) и (2).

$$y_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n} a_{ij}} \quad (1)$$

$$y_i` = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^{n} y_i} \quad (2)$$

Рассчитанные данные по формулам (1) и (2) сведены в таблицу 2.

Таблица 2.

Собственный вектор и вектор приоритетов матрицы А

Выбор инструментальных средств	**Стоимость**	**Возможность импорта расписания**	**Возможность зацикливания расписания**	**Возможность задержки видеосигнала**	**СВ, Y**	**ВП, Y`**
Стоимость	1	1/3	1/4	1/2	0.45	0.10
Возможность импорта расписания	3	1	2	1/3	1.19	0.25

Выбор инструментальных средств	**Стоимость**	**Возможность импорта расписания**	**Возможность зацикливания расписания**	**Возможность задержки видеосигнала**	**СВ, Y**	**ВП, Y`**
Возможность зацикливания расписания	4	1/2	1	4	0.84	0.18
Возможность задержки видеосигнала	2	3	1/4	1	2.21	0.47

По рассчитанным данным находится максимальное значение матрицы парных сравнений по формуле (3).

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\cdot y`_i}{y`_i} \quad (3)$$

Для матрицы А $\lambda_{max} = 4{,}51$. Далее вычисляется индекс согласованности (ИС) матрицы, выражающий величину отклонения от идеальной согласованности матрицы, по формуле (4).

$$\text{ИС} = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (4)$$

Для текущих данных ИС = 0,17. Вычисление отношения согласованности (ОС) – это решающий показатель, который вычисляется путем сравнивания ИС со среднем случайным индексом (ССИ) по формуле (5).

$$\text{ОС} = \frac{\text{ИС}}{\text{ССИ}} \quad (5)$$

Если ОС < 0.1 – матрица считается согласованной, если ОС < 0.2 – матрица считается допустимой. Если матрица не допустима, то она пересматривается.

По рассчитанным ранее данным и с учетом того, что при n = 4 ССИ = 0.9 ОС матрицы А составляет 0,19 < 0.2, значит, матрица согласована.

В таблицах 3-6 отображены расчеты для матриц B, C, D, E по каждому критерию для всех типов инструментальных средств с проверкой их согласованности.

Таблица 3.

Матрица B парных сравнений по критерию Стоимость

Стоимость	**«СофтЛАБ-НСК» Форвард**	**BRAM Technologies AutoPlay7**	**OPLAN Software Solution**	**СВ, Y**	**ВП, Y`**
«СофтЛАБ-НСК» Форвард	1	4	1/2	1.26	0.36
BRAM Technologies AutoPlay7	1/4	1	1/3	0.44	0.12
OPLAN Software Solution	2	3	1	1.82	0.52
	$\lambda_{max} = 3{,}11$	ИС = 0,05	ОС = 0,09	согласована	

Таблица 4.

Матрица C парных сравнений по критерию Возможность импорта расписаний

Стоимость	**«СофтЛАБ-НСК» Форвард**	**BRAM Technologies AutoPlay7**	**OPLAN Software Solution**	**СВ, Y**	**ВП, Y`**
«СофтЛАБ-НСК» Форвард	1	1	3	1.44	0.42
BRAM Technologies AutoPlay7	1	1	4	1.59	0.46
OPLAN Software Solution	1/3	1/4	1	0.44	0.13
	$\lambda_{max} = 3{,}01$	ИС = 0,005	ОС = 0,008	согласована	

Таблица 5.

Матрица D парных сравнений по критерию Возможность зацикливания расписания

Стоимость	**«СофтЛАБ-НСК» Форвард**	**BRAM Technologies AutoPlay7**	**OPLAN Software Solution**	**СВ, Y**	**ВП, Y`**
«СофтЛАБ-НСК» Форвард	1	4	2	2.00	0.56
BRAM Technologies AutoPlay7	1/4	1	1/3	0.44	0.12
OPLAN Software Solution	1/2	3	1	1.15	0.32
	$\lambda_{max} = 3{,}02$	ИС = 0,009	ОС = 0,02	согласована	

Таблица 6.

Матрица E парных сравнений по критерию Возможность задержки видеосигнала

Стоимость	**«СофтЛАБ-НСК» Форвард**	**BRAM Technologies AutoPlay7**	**OPLAN Software Solution**	**СВ, Y**	**ВП, Y`**
«СофтЛАБ-НСК» Форвард	1	3	1/2	1.14	0.33
BRAM Technologies AutoPlay7	1/3	1	1/3	0.48	0.14
OPLAN Software Solution	2	3	1	1.82	0.53
	$\lambda_{max} = 3{,}05$	ИС = 0,03	ОС = 0,05	согласована	

После расчета по критериям и утверждения согласованности матриц необходимо провести синтез результирующих приоритетов альтернативных решений путем линейной свертки всех элементов иерархии.

Составляется матрица векторов приоритетов Y`` всех матриц парных сравнений:

$$Y`` = \begin{Vmatrix} 0.36 & 0.42 & 0.56 & 0.33 \\ 0.12 & 0.46 & 0.12 & 0.14 \\ 0.52 & 0.13 & 0.32 & 0.53 \end{Vmatrix} \quad (6)$$

Линейная свертка приоритетов всех элементов представляет собой последовательное произведение матриц ВП справа начиная от нижнего уровня и заканчивая верхним. В итоге формируется вектор столбец результирующих приоритетов решения, на основании которого принимается окончательное решение.

$$\begin{Vmatrix} 0.36 & 0.42 & 0.56 & 0.33 \\ 0.12 & 0.46 & 0.12 & 0.14 \\ 0.52 & 0.13 & 0.32 & 0.53 \end{Vmatrix} \cdot \begin{Vmatrix} 0.10 \\ 0.25 \\ 0.18 \\ 0.47 \end{Vmatrix} = \begin{Vmatrix} 0.40 \\ 0.22 \\ 0.39 \end{Vmatrix} \begin{matrix} \text{"СофтЛАБ-НСК" Форвард} \\ \text{BRAM Technologies AutoPlay7(7)} \\ \text{OPLAN Software Solution} \end{matrix}$$

Наивысший приоритет имеет инструментальное решение компании «СофтЛАБ-НСК» Форвард. Данное решение удовлетворяет всем потребностям для составления сетки телевизионного решения и является нововведением для работы операторов телеканала UTV.

Заключение

В данной статье рассмотрен процесс составления сетки ТВ-вещания, проведен краткий обзор инструментальных решений для его автоматизации. Разработана математическая модель для выбора наилучшего решения для канала UTV.

Список литературы:

1. Сетка вещания: основные принципы построения, особенности и программирование телевещания. – [Электронный ресурс]. URL: http://sa.net.ua/setka-veshaniia-osnovnye-principy-postroeniia-osobennosti-i-programmirovanie-televeshaniia (Дата обращения: 30.03.2022).
2. Соболев А. Автоматизация ТВ-вещания. – [Электронный ресурс]. URL: http://mediavision-mag.ru/uploads/08%202012/71-92%2008_2012.pdf (Дата обращения: 30.03.2022).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ СНИМКОВ МРТ

Селютин Александр Дмитриевич
студент,
институт прикладных информационных технологий и коммуникаций,
Саратовский Государственный Технический Университет им. Гагарина Ю.А.,
РФ, г. Саратов
E-mail: cool.selutin99@yandex.ru

Дауров Станислав Константинович
научный руководитель, канд. тех. наук, доц.,
Саратовский Государственный Технический Университет им. Гагарина Ю.А.,
РФ, г. Саратов

COMPARATIVE ANALYSIS OF MRI IMAGE PROCESSING SOFTWARE SYSTEMS

Alexandr Selyutin
Student,
institute information technology and communications,
Saratov State Technical University,
Russia, Saratov

Stanislav Daurov
Scientific supervisor, candidate of technical sciences, associate professor,
Saratov State Technical University,
Russia, Saratov

АННОТАЦИЯ

В статье представлен анализ современных программных средств для обработки снимков МРТ. Выделены сравнительные характеристики рыночных программных продуктов и определены их достоинства и недостатки.

ABSTRACT

The article describes an comparative analysis of software for processing MRI images. Comparative characteristics of software products are described and their advantages and disadvantages are determined.

Ключевые слова: МРТ; DICOM; рентгенология.

Keywords: MRI; DICOM; radiology.

Дегенерация межпозвоночных дисков – это возрастное заболевание, связанное с хронической болью в спине и функциональной неспособностью. Патология затрагивает значительную часть населения и влечет за собой негативные социально-экономические последствия. Расходы российского министерства здравоохранения на лечение дегенеративных заболеваний позвоночника оцениваются в 2,6 миллиарда рублей в год [1, с. 252].

Для построения модели позвоночника, для его дальнейшего анализа на наличие патологий, используются различные методы, при этом магнитно-резонансная томография (МРТ) является самым распространенным методом для оценки дегенерации межпозвоночных дисков [2, с. 528].

В клинической практике оценка степени дегенерации межпозвоночного диска основана на классификации, использующей качественные описания характеристик диска, таких как: интенсивность сигнала и высота диска, а также расстояние между ядром и кольцом диска [3, с. 104]. Однако, такая качественная оценка подвержена изменчивости при анализе разными врачами-рентгенологами.

Количественный анализ снимков МРТ имеет большой потенциал в качестве инструмента диагностики патологий межпозвоночных дисков [4, с. 97-101]. Количественные параметры, при оценке степени дегенерации межпозвоночных дисков, будут более объективными и воспроизводимыми.

Перед вычислением количественных параметров о межпозвоночном диске необходимо сегментировать исходный снимок МРТ. Большинство исследований, касающихся количественной оценки характеристик межпозвоночных дисков для диагностических целей, основывались на сегментированных вручную снимках МРТ [6, с. 358]. Однако, ручная сегментация снимков МРТ является повторяемым и трудоемким процессом, который необходимо автоматизировать. Незначительное число исследований посвящено автоматической сегментации межпозвоночных дисков, однако такие работы сосредоточены на автоматическом обнаружении

координат центра межпозвоночных дисков, и не включают в себя анализ сегментированных анатомических тел. Количественная оценка параметров межпозвоночного диска изначально требует выполнения процесса сегментации, способного точно определять межпозвоночные диски на различных стадиях дегенерации. Причем клинически приемлемая средняя погрешность процесса сегментации может составлять 1-2 мм [5, с. 268].

Резюмируя вышеописанный обзор на предметную область, можно сделать следующие выводы:

1. Сегодня в большинстве поликлиник процесс работы врача-рентгенолога, анализирующего снимки МРТ, не оптимизирован, так как врачу приходится вручную анализировать снимки МРТ на наличие патологий у пациентов;

2. Человеческий фактор не позволяет учитывать все имеющиеся заболевания у пациентов. Помимо этого, ручной анализ длителен по времени, и тем самым мешает скорейшему назначению курса лечения или постановке пациента на операцию. Врач-рентгенолог также занимается другими процессами, включая построение отчёта с диагнозом о состоянии пациента;

3. Дополнительной проблемой анализа снимков МРТ позвоночника является наличие артефактов на изображениях, которые могут привести к разной диагностике одного и того же снимка.

Исходя из вышеперечисленных проблем появляется необходимость в автоматизации процесса работы врачей-рентгенологов. Таким образом, целями работы являются: анализ существующих исследований и определение актуальности работы.

Описываемая предметная область исследовалась неоднократно. Необходимо провести сравнительный анализ существующего программного обеспечения и информационных систем визуального редактирования снимков МРТ позвоночника, определить слабые и сильные стороны аналогов, чтобы разработать высокоточную и универсальную систему. Наиболее популярные программные решения описаны далее.

<u>RadiAnt DICOM Viewer</u> – это программное обеспечение, предназначенное для просмотра и обработки медицинских изображений стандарта DICOM.

Данное программное обеспечение обладает рядом следующих преимуществ:

- Набор инструментов для обработки изображений и измерения их основных параметров;
- Масштабирование и панорамирование снимков;
- Возможность корректировки контрастности и яркости изображений;
- Определение величин нормального угла и угла Кобба;
- Определение значений плотностей тканей в единицах Хаунсфилда;
- RadiAnt DICOM Viewer полноценно функционирует на рабочих станциях даже с 512 Мб оперативной памяти;
- Программное обеспечение может поддерживать разные типы DICOM файлов;
- Присутствует экспорт DICOM файлов в изображения;
- Наличие многоязычного интерфейса;
- Присутствует движок для 3D рендеринга;
- Возможно совмещение изображений ПЭТ-КТ.

На рисунке 1 показан пример отображения серии снимков МРТ позвоночника в программе RadiAnt DICOM Viewer.

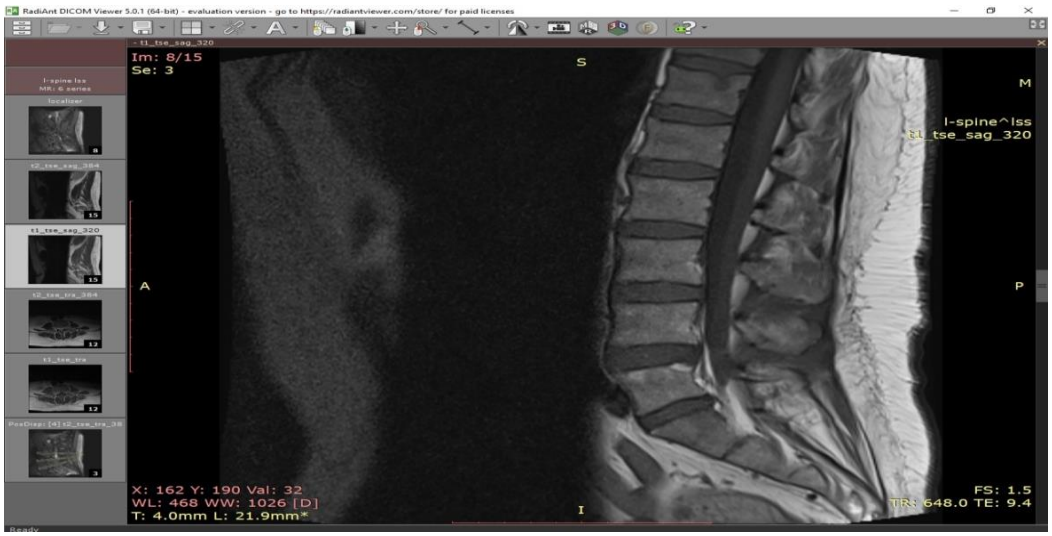

Рисунок 1. Экранная форма программы Radiant DICOM Viewer

Horos – это бесплатная информационная система с возможностью просмотра медицинских изображений формата DICOM с открытым исходным кодом. Horos представляет собой настольное и мобильное приложения, позволяющие формировать отчеты по радиологическим обследованиям. Horos основан на OsiriX и других библиотеках медицинской визуализации.

Данная информационная система обладает приятным пользовательским интерфейсом, большим набором инструментов для обработки DICOM файлов и изображений, однако не портирована на ОС Windows и Linux, и доступна только на macOS от версии 10.11 и выше. Также у Horos отсутствует поддержка многоязычности. Но в отличие от предыдущего программного обеспечения в системе Horos можно автоматически формировать отчеты по проведенным исследованиям.

На рисунке 2 показана экранная форма программы Horos.

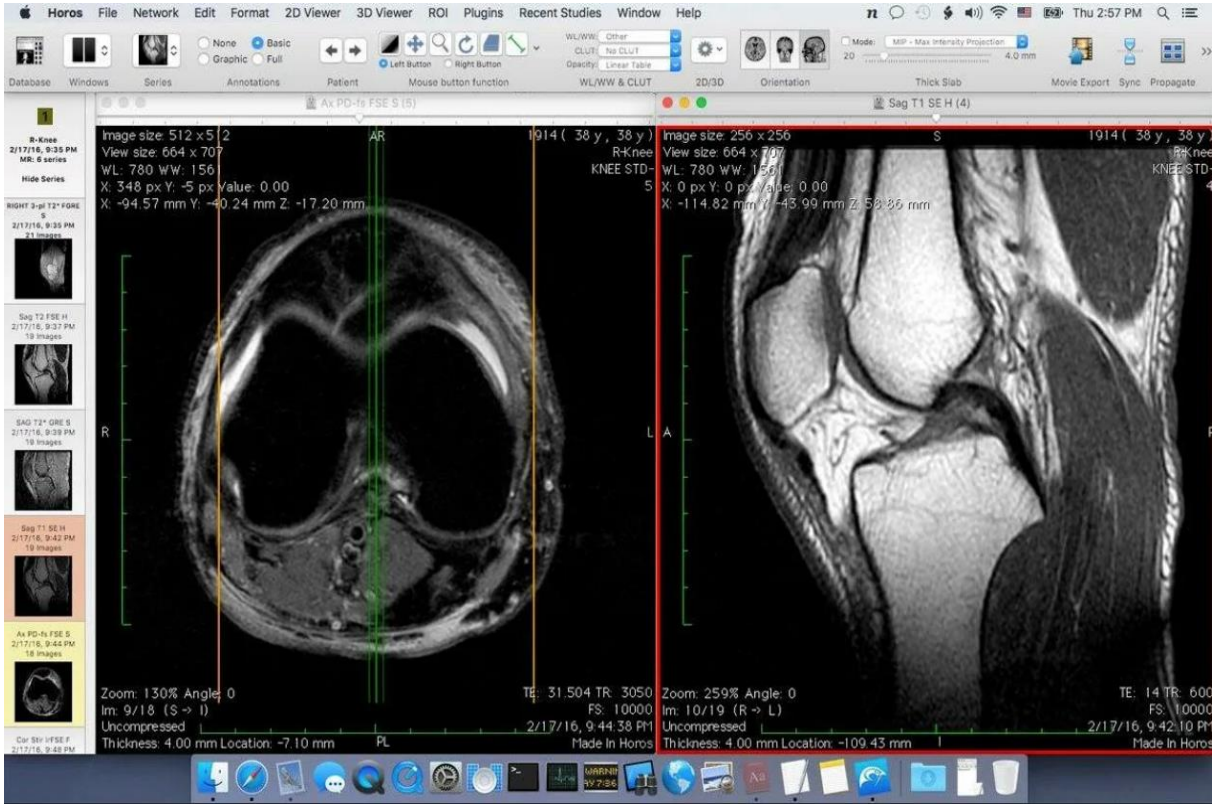

Рисунок 2. Экранная форма программы Horos

Navegatium – это бесплатное программное обеспечение для просмотра DICOM файлов. Navegatium позволяет визуализировать, анализировать и структурировать файлы DICOM. Также имеется интеграция с наиболее популярными PACS (системами передачи и архивации DICOM изображений).

Данное программное обеспечение обладает схожим функционалом с RadiAnt DICOM Viewer, однако в Navegatium отсутствует многоязычный интерфейс. На рисунке 3 приведен пример работы программы Navegatium.

Рисунок 3. Интерфейс программы Navegatium DICOM Viewer

Для того чтобы можно было оценить преимущества и недостатки вышеперечисленных программных продуктов, предназначенных для обработки медицинских снимков, были выделены сравнительные характеристики. В таблице 1 представлены эти параметры для существующих аналогов.

Таблица 1.

Сравнительные характеристики существующих аналогов

Программное обеспечение / Характеристика	RadiAnt DICOM Viewer	Horos	Navegatium
Независимость от оборудования	-	-	-
Наличие экспорта результата	+	+	+
Статистический анализ снимков МРТ	-	-	-
Учет пациентов	-	+	-

Анализируя программные решения, можно сделать вывод, что все вышеописанные системы зависят от оборудования и не имеют инструментов статистического анализа снимков МРТ. В связи с наличием имеющихся недостатков у существующих программных продуктов, можно проводить разработку собственного программного решения для интерактивного редактирования снимков МРТ.

Список литературы:

1. Васильев, А.Н. Тархов Д.А. Принципы и техника нейросетевого моделирования/ А.Н. Васильев. – Москва: ИЛ, 2015. – 252 с;
2. Галушкин, А.И. Нейрокомпьютеры. Учебное пособие / А.И. Галушкин. – М.: Альянс, 2014. – 528 с;
3. Гридин, Л.А. Рентгенодиагностика дегеративно-дистрофических изменений позвоночника / Л.А. Гридин, А.М. Орел. – М.: Видар-М, 2010. – 104 с.
4. Дауров, С.К. Компьютерная обработка изображений пояснично-крестцового отдела для выделения межпозвоночных дисков / С.К. Дауров, В.Ю. Новиков, Н.О. Александров // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 4. – № 2(50). – С. 97-101.
5. Лутц, М. Программирование на Python. Том 2 / М. Лутц. – М.: Символ-плюс, 2013. – 268 с;
6. Поройков, И.В. Рентгенометрия / И.В. Поройков. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1991. – 358 с.

АРХИТЕКТУРА СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СЕТИ БЛОКЧЕЙН

Шибитов Давид Валерьевич
магистрант,
кафедра вычислительных машин, систем и сетей,
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
РФ, г. Москва
E-mail: ShibitovDV @mpei.ru

NETWORK INTERACTION ARCHITECTURE IN BLOCKCHAIN NETWORK

David Shibitov
Master's student,
Department of Computing Machines,
Systems and Networks, National Research University
"Moscow Power Engineering Institute",
Russia, Moscow

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена вопросу распределенности сети блокчейн. Проводится сравнительный анализ двух архитектур сетевого взаимодействия: клиент-серверная архитектура и одноранговая сеть, оценены их достоинства и недостатки. Указаны причины использования распределенности в сети блокчейн.

ABSTRACT

The article is devoted to the issue of the distribution of the blockchain network. A comparative analysis of two network interaction architectures is carried out: client-server architecture and peer-to-peer network, their advantages and disadvantages are evaluated. The reasons for the use of distribution in the blockchain network are indicated.

Ключевые слова: блокчейн; архитектура сетевого взаимодействия; распределенная сеть.

Keywords: blockchain; architecture of network interaction; distributed network.

В связи с бурным развитием цифровых технологий, и как следствие резкому увеличению потока данных между различными системами, в настоящее время

особенно остро стоит проблема обеспечения надежности проводимых транзакций. Одним из решений данного вопроса является использование технологии блокчейн, которая призвана гарантировать достоверность передаваемой информации.

Понятие блокчейн может интерпретироваться и как распределенная база данных и как непрерывная последовательность блоков, образующих цепь и содержащих определенную информацию [4]. В целом, данные определения отражают основное назначение блокчейна, но не отвечают на вопрос достаточно развернуто. Чтобы лучше разобраться в этом вопросе сначала необходимо рассмотреть современные способы построения сетей. Самыми популярными, на данный момент, являются следующие:

- клиент-серверная архитектура;
- peer-to-peer (одноранговая) сеть.

Отличия этих архитектур сетевого взаимодействия наглядно продемонстрированы на рисунке 1.

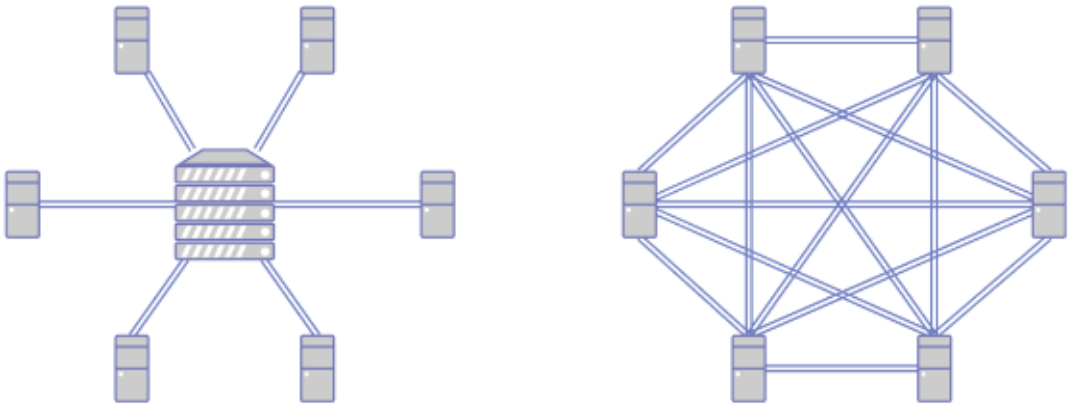

Рисунок 1. Архитектуры сетевого взаимодействия

Взаимодействие клиент-сервер, подразумевает централизованную организацию, в которой контроль за всеми участниками сети осуществляется сервером [3]. Вся логика системы, и хранящиеся данные содержатся внутри сервера. Это позволяет снизить нагрузку на остальных участников сети называемых клиентами, что в свою очередь благоприятно сказывается на их производительности. Таким образом основная обработка данных производится непосредственно

сервером, а готовые результаты передаются клиентам [2]. Этот способ, за счет своей простоты и скорости передачи данных, получил наибольшее распространение.

Другая архитектура – одноранговая сеть, не содержит центрального элемента. В этом случае все участники сети являются равноправными, то есть являются неотъемлемой частью этой сети [3]. Такая система является распределенной. Предком данных систем можно назвать сеть Usenet, созданную в 1979 году [4]. Затем было создано множество сервисов, использующих такую модель построения сети. Самыми популярными из них являются такие как Napster – пиринговая сеть для обмена файлами, BOINC – платформа для распределенных вычислений, а также протокол BitTorrent, который используется для организации работы torrent-клиентов [1].

Распределенные системы значительно уступают в своем распространении по сравнению с клиент-серверной архитектурой из-за сложности реализации, и довольно узкой специфики применения [3].

Каждая система производит некоторую работу над наборами данных, вследствии чего возникает потребность фиксировать результаты для дальнейшего использования. В свете распределенных и централизованных сетей это достигается хранением частей наборов данных в распределенном виде и полностью на конкретном устройстве соответственно.

Если сравнивать распределенную сеть с централизованной, можно заметить, что ее преимуществом является гибкость и большая надежность в функционировании всей сети. Так как при распределенной организации, выход из строя одного устройства сети не влечет за собой нарушения целостности сети. В то время как отказ сервера, полностью прекращает работу всей системы. В то же время, распределенная сеть не может обеспечить высокой скорости обмена данных при больших нагрузках [2].

В технологии блокчейн используется распределенная база данных, состоящая из блоков, выстроенных по принципу связанного списка. В этом случае каждых блок ссылается на следующий, но не содержит информации о всей

системе. Блок хранит часть информации обо всех совершаемых и совершенных транзакциях сети, за определенное время. Это достигается за счет одной из важнейших частей этой технологии, а именно – криптографии.

Список литературы:

1. Кейси М. Эпоха криптовалют. Как биткоин и блокчейн меняют мировой экономический порядок. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2015. – 432 с.
2. Лелу Л. Блокчейн от А до Я. Все о технологии десятилетия. – М. : Эксмо, 2017. – 376 с.
3. Розенбаум Калле. Грокаем технологию Биткоин. – СПб. : Питер, 2020. – 496 с. : ил.
4. Цихилов А. Блокчейн. – Альпина Диджитал, 2019. – 321 с.

СЕКЦИЯ

«КОСМОС, АВИАЦИЯ»

ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА МС-21 И SUKHOI SUPERJET В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ И РАЗРЫВА ОТНОШЕНИЙ С ИНОСТРАННЫМИ ПАРТНЕРАМИ

Карпеченко Дмитрий Викторович
студент,
факультет авиационных электросистем и ПНК,
Московский государственный университет
гражданской авиации,
РФ, г. Москва

Собко Руслан Васильевич
студент,
факультет авиационных электросистем и ПНК,
Московский государственный университет
гражданской авиации,
РФ, г. Москва
E-mail: sapog80@yandex.ru

Кудасов Станислав Сергеевич
студент,
факультет авиационных электросистем и ПНК,
Московский государственный университет
гражданской авиации,
РФ, г. Москва

Галиев Артур Радикович
студент,
факультет авиационных электросистем и ПНК,
Московский государственный университет
гражданской авиации,
РФ, г. Москва

МС-21 – самолет среднемагистрального класса вместимостью от 163 до 211 пассажиров. В конце декабря самолет МС-21-300 с российским композитным крылом выполнил 1-ый полет. «Полет прошел в штатном режиме», – добавили специалисты Иркутского авиационного завода, осуществлявшие контрольные тесты [3].

Проектам МС-21 и Sukhoi Superjet начали вставлять « палки в колеса ». Зарубежные компании отказались поставлять комплектующие для российских самолетов. Если до настоящего момента прекращались поставки деталей для авиационных систем: планера, силовых установок, то теперь могут прекратить поставки компонент электроники.

В первом случае, элементы авиационных систем могут быть заменены отечественными, а вот с электроникой все намного труднее, точнее сказать наших разработок и элементной базы нет.

«Иностранные компании сказали, что со всеми нашими авиастроителями отношений продолжать не будут, причем ни по действующим, ни по новым договорам» [2], – так прокомментировал директор Департамента радиоэлектронной индустрии Минпромторга – Василий Шпак.

Какие проекты оказались без комплектующих, эксперт уточнять отказался, потому что в основном идет речь о среднемагистральном самолете МС-21 и SSJ New, импорт замещённой версии Superjet 100.

О новеньком Sukhoi инфы недостаточно. Из средств массовой информации понятно, что Ростех планирует затратить на данный проект около 120 млрд. рублей. На новых самолетах планируют установить русские двигатели ПД-8.

МС-21, разработка которого ведется с 1990-х годов, к новейшей действительности оказался не готов.

Как заметил Виктор Горбачев, гендиректор ассоциации Аэропорт:

«Надо было давно заниматься импортозамещением, а не уповать, на то что нам кто-то что-то будет поставлять. Мы в таком же положении оказались с Superjet 100 практически – на 80% комплектующие из-за рубежа. Но чтобы прошло импортозамещение, по крайней мере, потребуется года три-четыре как минимум, а не так, что сейчас одно финансирование, завтра иное финансирование» [1].

Нужно отметить, что создание МС-21столкнулось с неувязками поставки комплектующих изделий пару лет назад. Соединенные Штаты занесли в санкционный список компании Авиадвигатель и Аэрокомпозит, но также предприятие

«ТЕХНОЛОГИЯ» – разработчиков двигателей и композитных деталей для крыльев самолета.

Годом ранее санкции принудили компании из страны «восходящего солнца» и США заблокировать поставки именно этих композитных деталей. В ОАК смогли запустить собственное изготовление. Довольно быстро удалось импортозаместить двигатель, отмечает исполнительный директор агентства «Авиапорт» Олег Пантелеев.

Исполнительный директор агентства «Авиапорт» Олег Пантелеев, утверждает, что *«Конструкции из российских композитов уже проходят испытания, и, как говориться, нет никаких сомнений, что эти испытания закончатся спешно. Что касается двигателя ПД-14, по тем комплектующим, которые сейчас не поставляются зарубежными партнерами, уже, так или иначе, найдены другие поставщики. Как ожидается, до конца текущего года начнутся испытания самолета МС-21 с российскими двигателями ПД-14. Есть время, достаточное для того, чтобы поставщики, именно российские, смогли свои производственные возможности развить до такого уровня, чтоб без особых проблем обеспечить серийную сборку двигателя»[1].*

В Министерстве промышленности и торговли, осмотрев вопрос поставки комплектующих, сказали о срыве договоров и выразили опасение, что последующие ограничения коснутся компонентов современного радиоэлектронного авиационного оборудования. На взгляд исследователей, эта нехватка будет ощущаться гораздо сильнее, чем в возникнувшем случае с композитными деталями, а внедрение и изготовление конкурентных образцов, и их следующая сертификация могут затянуться на долгий срок принимая во внимание отсутствие элементной базы. И на ряду с этим, нашим производителям не надо будет делать все с нулевой отметки, как нам сообщает гендиректор компании «Инфомост» Борис Рыбак.

Борис Рыбак гендиректор консалтинговой компании «Инфомост».

«Несмотря на то, что наша промышленность сильно деградировала, мы в советские годы производили же практически все системы радиоэлектронного оборудования для военно-гражданской авиации, все электромеханические

системы. При известной ловкости можно сделать мелкосерийное производство того, что нужно для российских воздушных судов. Иное дело, какого качества это будет, другими словами, какие будут весовые характеристики, потребление, надежность. Очевидно, что это возможно не самое лучшее по мировым меркам. Способны ли мы выстроить такие электронные производства, как в США, в Европе и в Японии? Наверное, в обозримом будущем нет. Но российские автомобили тоже не самые лучшие в мире, но тем не менее они продаются» [1].

В Министерстве промышленности и торговли отметили тоже самое, что разрыв договоров на поставки там расценивают как попытку Запада приостановить российские проекты по части гражданского авиастроения. И это, пока, выходит у западных стран.

Вице-премьер Борисов сказал о сдвиге планов по производству МС-21 на один-два года. Юрий Борисов представил, что в связи с санкциями западных государств, выпуск самолета МС-21 сдвинутся на 1-2 года. По нашему мнению, эту проблему возможно заполнить созданием Ту-214, а также Ил-96-400.

Борисов утверждает, что ограничения на ввоз комплектующих из-за рубежа, которые в большом количестве заложены при проектировании в Superjet 100 и МС-21, содействуют быстрому импортозамещению. Проведя анализ, разной учебно-научной литературы, деятельность заводов- изготовителей, мы сделали вывод, что выпуск МС-21 переносился уже трижды, и последней датой остается 2025 год.

«*Невзирая на то, что работа уже ведется, начальные планы по серийному производству сдвигаются. Ожидается, что американские силовые установки у SSJ-100 и МС-21 будут на сто процентов замещены российскими ПД-14*»[3].

До начала производства МС-21 и SSJ -100 будет начат серийный выпуск ранее имеющихся моделей Ту -214, а при необходимости Ил-96-400. Эти самолеты ранее выпускались в основном ограниченными сериями для силовых ведомств и специального летного отряда «Россия».

Список литературы:

1. www.bfm.ru/news/«Надо было давно заниматься импортозамещением». У проектов МС-21 и Sukhoi Superjet New проблемы (bfm.ru) (дата обращения 03.04.2022г.
2. Канал РБК, МС-21 с импортозамещенным крылом совершил первый полет РБК(rbc.ru), URL: https://www.rbc.ru/business/25/12/2021/61c610899a79478960a8cb8a (дата обращения 03.04.2022 г.)
3. Оружие: Наука и техника: Lenta.ru URL: https://lenta.ru/news/2022/03/31/m-21/?utm (дата обращения 03.04.2022 г.)

СЕКЦИЯ

«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЕРОВОДОРОДНОЙ СРЕДЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛЕЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШЛИПСОВОГО ПАКЕРА

Тукмаков Максим Дмитриевич

студент,
кафедра технологии твердых химических веществ,
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
РФ, г. Казань
E-mail: gelmetdinov96@bk.ru

Гелметдинов Ринат Радикович

студент,
кафедра технологии твердых химических веществ,
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
РФ, г. Казань

Павлова Ярослава Олеговна

студент,
кафедра технологии твердых химических веществ,
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
РФ, г. Казань

Мокеев Александр Александрович

научный руководитель, канд. тех. наук, доц.,
кафедра технологии твердых химических веществ,
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
РФ, г. Казань

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF HYDROGEN SULFIDE CONTENT ON THE CHARACTERISTICS OF STEELS INTENDED FOR THE MANUFACTURE OF THE SLIP PACKER

Maxim Tukmakov

Student,
Department of Solid Chemicals Technology,
Kazan National Research Technological University,
Russia, Kazan

Rinat Gelmetdinov

Student, Department of Solid Chemicals Technology,
Kazan National Research Technological University,
Russian Federation, Kazan

Yaroslava Pavlova

Student, Department of Solid Chemicals Technology,
Kazan National Research Technological University,
Russia, Kazan

Alexandr Mokeev

Scientific supervisor, Candidate
of Technical Sciences, Associate professor,
Department of Solid Chemicals Technology,
Kazan National Research Technological University,
Russia, Kazan

АННОТАЦИЯ

В данной работе проведены исследования по изучению влияния сероводородной среды на физико-химические и механические характеристики перспективных марок стали с целью замены стандартных конструкционных материалов для решения задачи повышения коррозионной стойкости шлипсового пакера. Исследования основаны на лабораторных опытах, показывающих изменение массы опытных образцов от времени воздействия раствором, содержащим сероводород. Также были выполнены эксперименты по сравнению прочностной характеристики – предел прочности на растяжение до и после выдержки образцов стали в сероводородной среде. В исследованиях использован стандартный материал, применяемый для изготовления элементов шлипсового пакера (марка стали 45), и перспективный материал, выявленный в результате анализа литературных сведений (марка стали 95Х18). По результатам

исследования установлено, что стандартные материалы нельзя использовать в скважинах с повышенным содержанием сероводорода из-за поверхностной коррозии, которая способствует разрушению элементов конструкции пакера. Предложенная нами марка стали показала в испытаниях высокие показатели коррозионной стойкости. Учитывая его высокую износостойкость, он был рекомендован для изготовления элементов шлипсовых пакеров, предназначенных для восстановительных работ в скважинах с повышенным содержанием сероводорода.

ABSTRACT

The study of the influence of hydrogen sulfide system on the physical-chemical and mechanical characteristics of prospective steel grades with the aim of replacing standard construction materials to solve the problem of increasing the corrosion resistance of slips packer. The studies are based on laboratory experiments showing changing the mass of experimental prototype from the time the solution containing hydrogen sulfide is matured. Experiments have also been carried out to compare strength characteristic such as tensile strength before and after solution exposure in hydrogen sulfide. The studies used standard materials used for the manufacture of the slips packer (steel grade 45) and perspective materials identified as a result of the analysis of the literature (steel grade 95X18). The study found that the standard materials cannot be used in wells with a high hydrogen sulfide content due to the corrosion of the surface, which contributes to the destruction of the packer design elements. Our proposed steel grade showed high corrosion resistance in the tests. Due to its high durability, it was recommended for the production of slips packers designed to perform well repair operations in wells with a high hydrogen sulfide content.

Ключевые слова: коррозионная стойкость, сероводородная среда, шлипсовый пакер, прочность на растяжение, убыль массы, скорость коррозии.

Keywords: corrosive resistance, hydrosulfuric system, slips packer, tenacity, loss in weight, rate of corrosion.

Введение

Временное разобщение продуктивных пластов является одной из самых распространенных технологических операций при ремонте нефтяных скважин. Оно выполняется с помощью специальных устройств, называемых пакерами. В России на нефтегазовых месторождениях ежегодно устанавливается тысячи пакеров. Доходы от нефтедобычи играют огромную роль в формировании бюджета РФ и играют важнейшую роль в развитии промышленности и экономики нашей страны. По запасам нефти Россия входит в число десяти крупнейших добывающих стран. Однако многие месторождения имеют нефть с высоким содержание сероводорода. Например, Астраханское нефтегазоконденсатное месторождение имеет около 25% сероводорода. Такие нефтяные скважины разрабатываются крайне медленно несмотря на огромное количество запаса- порядка 2,5 триллионов кубометров газа и 400 миллионов тонн нефти.

Сероводород является агрессивным веществом и оказывает сильное коррозионное воздействие на конструкционные материалы скважинного оборудования [1, с. 184]. Это вызывает значительные осложнения при эксплуатации нефтяных скважин и проведении ремонтно-восстановительных работ.

Одним из самых распространенных и эффективных типов пакеров являются шлипсовые пакеры, которые по технологическим требованиям должны выдерживаться в скважинной среде не менее 2-х суток с сохранением физико-механических характеристик [2, с. 47]. Традиционные материалы, которые применяются в серийном производстве шлипсовых пакеров, не удовлетворяют указанному требованию. Основные элементы шлипсового пакера изготавливаются из марки стали 45. Однако данный материал не способен находиться требуемое время в скважинах с высоким содержанием сероводорода. Установлена высокая склонность к разрушению элементов пакера в короткие сроки (менее двух недель) (см. рис. 1).

Рисунок 1. Разрушенные элементы пакера после двухдневного нахождения в среде сероводорода

Учитывая масштабы использования шлипсовых пакеров, задача повышения коррозионной стойкости на сегодняшний день является актуальной.

Одним из наиболее перспективных направлений решения этой проблемы является подбор альтернативных конструкционных материалов для изготовления элементов шлипсового пакера. Дополнительными и противоречивыми требованиями являются высокая прочность при статических нагрузках с одной стороны, а с другой стороны возможность разрушения с помощью стандартного бурильного инструмента. Анализ сведений, представленных в литературных источниках, позволил найти наиболее перспективный материал, близко подходящий к указанным выше требованиям: сталь марки 95Х18 [3]. Однако в литературе отсутствуют сведения, подтверждающие эффективность применения данного типа материала в производственной практике. В этой связи целью настоящей работы является исследование влияния сероводородной среды на физико-химические и механические характеристики предложенной марки стали.

К числу изучаемых характеристик относятся: убыль массы, скорость коррозии, прочность на растяжение.

Экспериментальная часть

В работе скорость коррозии стали определялась гравиметрическим методом в соответствии с методикой [4, с. 11-17], которая основывается на определении потери массы образца до и после испытаний в исследуемой среде. Испытуемый образец сначала взвешивают на весах с точностью до 0,01 г до выдержки в агрессивной среде, затем погружают в сероводородную смесь и оставляют в насыщенном водном растворе сероводорода до покрытия его поверхности осадком сульфида железа (определяется по окрашиванию в черный цвет). После этого в полученную смесь добавляют раствор соляной кислоты. Осуществляют выдержку в кислой среде в течении 24 часов. Сульфидная пленка растворяется с выделением сероводорода, так же растворяется сам металлический образец и происходит процесс диффундирования водорода в материал в присутствии сероводородного раствора. Образующиеся трещины способствуют увеличению площади соприкосновения материала с сероводородной средой. При этом увеличивается и скорость коррозии. Затем испытуемый образец повторно взвешивают и определяют разность массы.

Для приготовления сероводородной среды используют навеску гидросульфита натрия и 36% раствор соляной кислоты. Образец должен быть полностью в смеси. Объем раствора сероводорода подбирается исходя из объема не менее 20 $см^3$ на 1 $см^2$ площади экспериментального образца. Найдя объем и установив концентрацию сероводорода C(H2S) = 10000 мг/л, вычисляем его массу (г) и количество (моль).

Испытание на разрыв заключается в растяжении образца (см. рис. 2) с последующим построением графика зависимости удлинения образца (Δl) от прилагаемой нагрузки (P). После этого график перестраивается в диаграмму условных напряжений. Эксперименты на растяжение проводятся по ГОСТ 1497 [6] на разрывной машине QUASAR 100.

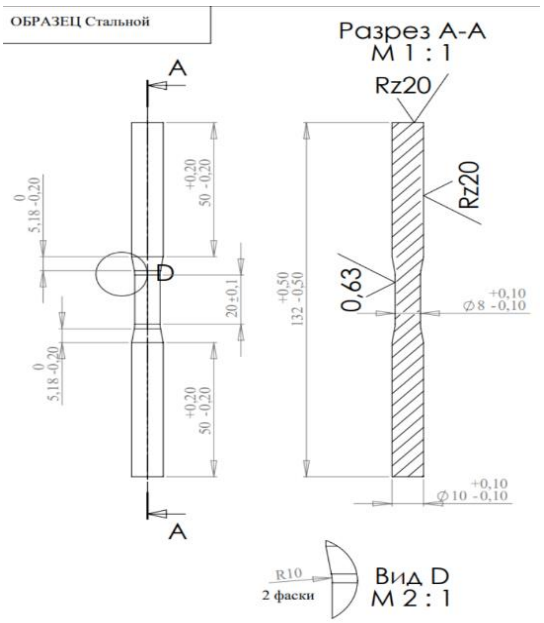

Рисунок 2. Схема образца на разрыв

Испытательная машина растягивает образец, находящийся в креплениях. Датчики позволяют отображать изменение растягивающего усилия образца вплоть до его разрушения. Данные с датчика поступают на компьютер и выводятся графически в виде зависимости растягивающего напряжения образца от относительного удлинения рабочей части. По результатам испытаний определяются физико-механические характеристики материала: предел пропорциональности, предел текучести, временное сопротивление (предел прочности).

Результаты экспериментов по определению потери массы и скорости коррозии представлены в таблице. 1. Образцы стали 45 выдерживались в сероводородной среде двое суток. За этот период была обнаружена сильная коррозия образцов со значительной потерей массы примерно на 14,4%. По полученным результатам был сделан вывод, что данный материал не пригоден для использования в сероводородных скважинах. По физико-механическим характеристикам, близким к стали 45, является сталь марки 95Х18.

Таблица 1.

Результаты экспериментального определения убыли массы и скорости коррозии

Материал	Номер эксперимента	Убыль массы, %	Скорость коррозии, г/м^2*ч
Стандартный материал			
Сталь 45	1	14,6	26,3
	2	14,3	25,6
	3	14,3	25,7
	Средние значения	14,4	25,9
Предлагаемый материал			
Сталь 95Х18	1	9,1	16,1
	2	8,9	15,9
	3	7,6	13,6
	Средние значения	8,5	15,2

Анализ полученных результатов показал, что предлагаемая марка стали значительно более устойчива к сероводородным средам по сравнению с традиционно применяемыми материалами (отмечены в таблице как стандартные). Сталь марки 95Х18 имеет потерю массы 8,5% (после 10 суток выдержки в растворе сероводорода) и скорость коррозии 15,2 г/м^2*ч.

На следующем этапе исследования была определена зависимость влияния сероводородной среды на физико-механические характеристики предлагаемых материалов по отношению к стандартным. Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Сводная таблица экспериментального определения прочности на растяжение

Материал	Номер эксперимента	Прочность до / после выдержки в H_2S, МПа	Снижение прочности, %
Сталь 45	1	607/474	21,9
	2	601/472	21,5
	3	571/445	22,1
Среднее значение			21,8
Сталь 95Х18	1	765/700	8,5
	2	778/685	12,0
	3	770/748	2,9
Среднее значение			7,8

Скорость коррозии стали марки 95Х18 почти в 2 раза ниже, чем стандартном материале стали 45.

Из полученных данных ясно, что сталь марки 95Х18 прочнее исходного образца стали 45 даже после выдержки в среде сероводорода. Снижение прочности на растяжение за данный период составило 6% против 21,7% у стали 45. Таким образом, можно сделать вывод о возможности применения стали марки 95Х18 в качестве материала фиксатора шлипсового пакера, предназначенного для сред, содержащих сероводород.

На основании полученных результатов можно рекомендовать сталь марки 95Х18 для промысловых испытаний в качестве материалов для шлипсового пакера, применяемого на месторождениях с высоким содержанием сероводорода.

Заключение

В ходе исследования изучены физико-химические и механические свойства перспективной марки стали 95Х18 для изготовления элементов шлипсовых пакеров, предназначенных для эксплуатации в нефтяных скважинах с повышенным содержанием сероводорода.

Список литературы:

1. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В /Коррозия и защита от коррозии / Под ред. И.В. Семеновой. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.- 416 С.
2. Аванесов В.А. Пакеры для проведения технологических операций и эксплуатации скважин [Текст]: учеб. пособие/ В.А. Аванесов, Е.М. Москалева. – Ухта: УГТУ, 2008. – 91 с.; ил.
3. ГОСТ Р 53678-2009 Нефтяная и газовая промышленность. Материалы для применения в средах, содержащих сероводород, при добыче нефти и газа. Часть 2. Углеродистые и низколегированные стали, стойкие к растрескиванию, и применению чугунов.
4. М.Н. Фокин, К.А. Жигалова. Методы коррозионных испытаний металлов. М.: Металлургия, 1986.- 80 с.

СЕКЦИЯ
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

ПРОБЛЕМА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Вандышев Денис Сергеевич
магистрант,
кафедра электронного машиностроения,
Уральский федеральный университет,
РФ, г. Екатеринбург
E-mail: ondesuru@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы импортозамещения оборудования для создания гибких производственных систем в условиях современной экономической ситуации. Проводится анализ доступного оборудования, требуемого для создания гибких производственных систем. Сравниваются оборудование, требуемое для создания гибких производственных систем по техническим характеристикам. Приводится схема компоновки гибкой производственной ячейки из доступного оборудования.

Ключевые слова: способ организации производства, гибкая производственная система, гибкая производственная ячейка, технологическое оборудование, робототехнический комплекс, контрольный комплекс, транспортный комплекс.

На Уральском заводе гражданской авиации, специализированном на ремонте двигателей авиационной и наземной техники, есть необходимость в повышении производительности труда и уменьшения брака из-за человеческого фактора при производстве корпусных деталей, весом от 10 до 20 кг, диаметром от 200 до 400 мм, имеющих сложную конфигурацию и высокие требования. Также ввиду специфики ремонта двигателей необходима быстрая переналадка

оборудования для механической обработки, с этими целями предлагается создать гибкую производственную ячейку (далее ГПЯ) для механической обработки. Однако, ввиду введенных санкций на поставку оборудования, есть необходимость в создании ГПЯ силами отечественного, либо доступного на данный момент оборудования. Требуется провести сравнительный анализ доступного и санкционного оборудования для создания ГПЯ и проанализировать возможность создания ГПЯ из доступного оборудования с целью выявления достоинств, недостатков для модернизации и рекомендаций к разработке отечественного оборудования для создания ГПЯ.

Представление ГПС из санкционного и из доступного оборудования

Автоматизация производственных процессов является передовой задачей в машиностроении, требующая создания нового и современного оборудования, организацией производственных процессов и управления ими. Автоматизация позволяет повысить производительность труда, коэффициент загрузки оборудования, понизить уровень брака и травмоопасность.

Гибкие производственные системы (ГПС) – это управляемая средствами вычислительной техники совокупность технологического оборудования, состоящего из разных сочетаний гибких производственных модулей и (или) гибких производственных ячеек, автоматизированной системы технологической подготовки производства изделий, разновидности которых ограничены технологическими возможностями оборудования [1]. Другими словами, ГПС это комплекс оборудования, соединенного между собой транспортной системой, управляемой центральным компьютером.

ГПС называются «гибкими» ввиду того, что система способна создавать продукцию разной конфигурации и размеров, а объемы производства можно регулировать в соответствии с изменяющимися моделями спроса.

Гибкие производственные системы являются наиболее передовым методом изготовления продукции в производстве на данный момент.

Частью ГПС являются гибкие производственные ячейки (ГПЯ), отличие заключается в том, что ячейка представляет собой комплекс из одного либо

несколько станков, складской и транспортной систем, манипулятора, а также дополнительных рабочих мест – для мойки, сушки и контролирования размеров.

Корпусные детали, производимые в авиастроении, имеет форму тела вращения сложной конфигурации, ввиду чего обработку таких деталей желательно производить на 5-осевых токарно-фрезерных обрабатывающих центрах с числовым программным управлением (ОЦ с ЧПУ).

Основой ГПЯ является обрабатывающий центр, который должен отвечать параметрам гибкости и иметь широкие возможности для обработки разных по конструктивным особенностям деталей, должен иметь противошпиндель и фрезерную головку, автоматическую смену инструмента и обеспечивать 5-освевую обработку. Для качественного сравнения характеристик оборудования требуется сравнить самое передовое оборудование.

В качестве основы для ГПЯ из санкционного оборудования был выбран токарно-фрезерный многоосевой ОЦ с ЧПУ Puma SMX 2600 Южнокорейской фирмы Doosan [2]; многоцелевой токарно-фрезерный центр VMT-X200 Тайваньской фирмы VICTOR Taichung [3]; токарно-фрезерный станок CTX beta 800 TC Немецко-Японской фирмы DMG MORI [4].

В качестве отечественного оборудования для создания ГПЯ был выбран токарно-фрезерный обрабатывающий центр СТТ 70F (1740F) [5] Российского производства «Рязанский Станкозавод» являющейся частью производственных площадок компании «СТАН»; ТФЦ 600 «Савеловский машиностроительный завод» также входящий в станкостроительную компанию «СТАН» [6].

Таблица 1.

Характеристики ОЦ с ЧПУ

	Puma SMX 2600	**VMT-X200**	**СТТ 70F (1740F)**	**ТФЦ 600**	**Beta 800 TC**
Противошпиндель	+	+	+	+	+
5-осевая обработка	+	+	+	+	+
Габариты (ДхШхВ), мм	5791x3023 x 2819	5437 x 3034 x 2906	6180x 2880 x 2900	4200x 3000 x2500	4957x 2065x 2247
Расстояние между центрами, мм	1540	1376	1000 (2000 … 6000)*	1250	1020

Продолжение таблицы 1.

Наибольший диаметр обработки над станиной, мм	600	500	700 (800)*	660	500
Наибольшее число оборотов шпинделя передней бабки, об/мин	4000	4200 (5000)*	3500 (5000)*	6500	5000
Наибольшее число оборотов шпинделя задней бабки, об/мин	4000	4200 (5000)*	3500 (5000)*	7000	6000
Наибольшее число оборотов шпинделя фрезерной головки, об/мин	12000	12000	6000 (8000 … 24000)*	7000	12000
Количество инструментов в магазине, шт	80 (120)*	40	30 (50, 80, 100, 120)*	20	24 (80)*
УЧПУ	Cufos (Doosan)	Fanuc Oi-FT Plus	Sinumeric 840D	Sinumeric 840D	Sinumeric 840D/ Heidenhain Plus IT/ Fanuc 32i
Точность позиционирования по линейным координатам, мкм	н/д	н/д	5 (2)*	4	X = 6, Y = 6, Z = 10
Повторяемость позиционирования по линейным координатам, мкм	н/д	н/д	н/д	2	X,Y=2, Z=3
Скорость быстрых перемещений по осям X/Y/Z, м/мин	48/36/48	36/36/36	10/10/20 (30/30/30)*	40/25/40	30/40/40
Угол поворота фрезерной головки, °	±120	±130	±102,5 (±120)*	±115	±110

* *опция*

Как видно из таблицы, отечественные станки не слишком уступают по характеристикам иностранным, однако часть комплектующих узлов производится странами, которые вводят санкции на свое оборудование. Следует отметить, что компания DMG MORI, также покинула Ульяновск, где производились ОЦ с ЧПУ.

Также, как видно из таблицы – отечественные станки используют в базовой комплектации импортные устройства числового программного управления (УЧПУ), однако существует производство УЧПУ силами отечественных предприятий, такими как: «Балт-систем» г. Санкт-Петербург, «Ижпрэст» г. Ижевск, «Мехатроника» г. Иваново и другие. [7]

Для транспортирования заготовок в зону обработки и выгрузки из нее деталей в условиях ГПЯ необходим 6-осевой манипулятор, так как вес заготовки 16,5 кг нам потребуется манипулятор с достаточной номинальной нагрузкой и рабочим радиусом около, достаточным для достижения всех необходимых станций ГПЯ.

Для ГПЯ из импортного оборудования были выбраны манипуляторы KR 20 R3100 Немецкой фирмы «KUKA» [8]; GP20HL Японской фирмы «YASKAWA» [9]. Для ГПЯ из доступного оборудования выбраны манипуляторы TSR170-20 Китайской фирмы «TOPSTAR» [10]; JZJ20A-180 Китайской фирмы «JZJRT»[11].

Таблица 2.

Характеристики манипуляторов

	KR 20 R3100	**GP20HL**	**TSR170-20**	**JZJ20A-180**
Максимальный рабочий радиус, мм	3101	3,124	1776	1800
Номинальная грузоподъемность, кг	20	20	20	20
Стабильность повторяемости позиций, мм	±0,05	0,07	±0,05	н/д
Система управления	KR C4	YRC1000	н/д	н/д
Ручной пульт управления	KUKA smartPAD-2	MOTOMAN Robot Controllers	н/д	н/д

Российские промышленные манипуляторы необходимые для наших задач отсутствуют, в данный момент в наличии только производство коллабаративных роботов с максимальной нагрузкой до 5 кг от компании «НПО Андроидная техника» и до 6 кг от компании «Ростех», также есть производство манипуляторов

GRINIK консольного типа от компании «АвангардПЛАСТ» в г. Новосибирске, однако они не подходят под наши требования.

Китайские манипуляторы не обеспечивают достаточного рабочего радиуса в сравнении с Немецкими и Японским, также есть проблема с интеграцией управления, на сайте продавцов нет информации о системе управления, возможность в интеграции под отечественные системы управления остается под вопросом.

Координатно-измерительные машины (КИМ) в составе ГПЯ выполняют важную роль входного контроля заготовок и окончательного контроля деталей, благодаря датчикам в автоматическом режиме система получает данные о соответствии качества полученных деталей. КИМ должна быть компактной и точной. Иностранный рынок богат точными средствами измерения, КИМ в том числе. Японская компания «Mitutoyo» производит КИМ CRYSTA-Apex V544 [12]. Великобританская компания «Renishaw» производит Equator 500 Extended Height [13]. КИМ-500 является самой компактной КИМ российской компании «Лапик» [14]. Из дружественных стран КИМ производит КНР «YUFENG (XI'AN) Metrology Technology Co., Ltd.» КИМ Micro575 [15]; «Xian lead metrology Co., Ltd» КИМ FLY 654 [16].

Таблица 3.

Характеристики КИМ

	CRYSTA-Apex V544	**Equator 500 EH**	**КИМ-500**	**Micro575**	**FLY 654**
Макс. перемещения по осям X/Y/Z, мм	500/400/400	500/500/250	500/450/350	500/700/500	500/600/400
Точность измерений, мкм	1,7+0,3L/100	±2	Повышенная 1,1+L/300 Нормальная 1,5+L/300	1,8+3,3L/1000	1,5+L/300
Габариты (ДхШхВ), мм	1082x1191x2185	н/д	1790x1720x2468	1292x1789x2426	1420x1135x2310
Скорость перемещения, мм/с^2	2309	500 мм/с	н/д	2000	н/д

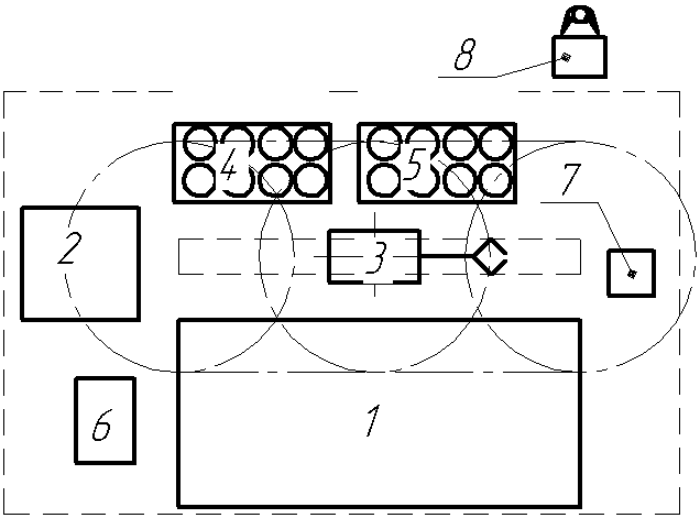

Рисунок 1. Схема ГПЯ из доступного оборудования, где 1 – обрабатывающий центр с ЧПУ CTT 70F (1740F), 2 – КИМ-500, 3 – промышленный манипулятор TSR170-20, 4 – стол готовых деталей, 5 – стол с заготовками, 6 – шкаф системы управления, 7 – моечная машина, 8 – пульт оператора

Стоит отметить, что китайские, как и большинство КИМ используют контроллеры и сенсорные системы Великобританской компании «Renishaw».

Новый тип координатно-измерительных машин, имеющих в своей основе реализацию платформы Стюарта. За счет управляемого наклона каретки такие машины позволяют производить контроль труднодоступных элементов деталей, измерить которые с применением портальных КИМ не представляется возможным. По такому принципу построена КИМ Equator и КИМ-500 Российской компании «Лапик». Также компания «Лапик» разработала программное обеспечение Bladeinspector и Gearinspector с помощью которых производятся автоматические измерения.

Таким образом, проведя анализ оборудования, мы можем составить компоновку ГПЯ из доступного оборудования. В ее состав из основного оборудования будут входить ЧПУ ОЦ с ЧПУ CTT 70F (1740F), КИМ-500 и промышленный манипулятор TSR170-20.

В случае обнаружения КИМ-500 размера, выходящего за поле допуска она дает сигнал на прекращение цикла работы ГПЯ и вызывает оператора для ликвидации ошибки.

Таким образом мы рассмотрели возможность импортозамещения оборудования для создания гибких производственных ячеек для механической обработки деталей авиастроения корпусного типа. На данный момент нет возможности создать данную систему используя исключительно Российское оборудование ввиду причин, указанных ранее, однако при помощи импорта из дружественных стран создание требуемой ГПЯ возможно.

Список литературы:

1. ГОСТ 26228-90. Издания. Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенкулатура показателей. М., 1990. 9 с.
2. Doosan Machine Tools. Puma SMX [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.doosanmachinetools.us/turning-centers/multifunction-mill-turn-center/puma-smx (дата обращения: 15.03.2022).
3. Victor Taichung. Автоматизированные производственные комплексы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.victor-cnc.ru/catalog/mnogofunktsionalnye-obrabatyvayushchie-tsentry (дата обращения: 15.03.2022).
4. DMG MORI. CTX beta 800 TC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.dmgmori.com/products/machines/turning/turn-mill/ctx-tc/ctx-beta-800-tc (дата обращения: 15.03.2022).
5. СТАН. Токарно-фрезерные обрабатывающие центры CTT 55F (1728F), CTT 70F (1740F), CTT 125F (1750F) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stan-company.ru/catalog (дата обращения: 15.03.2022).
6. Микрон. Интегрированный центр модель ТФЦ 600 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mikron33.ru/TFZ-600.html (дата обращения: 15.03.2022).
7. Станки каталог. Российские производители современных ЧПУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://stanki-katalog.ru/st_21.htm (дата обращения: 15.03.2022).
8. KUKA. Промышленные роботы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.kuka.com/ru-ru/продукция-услуги/промышленная-робототехника/промышленные-роботы/kr-iontec (дата обращения: 15.03.2022).
9. Yaskawa. GP20HL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ru.yaskawa.eu.com/products/robots/handling-mounting/productdetail/product/gp20hl_684 (дата обращения: 15.03.2022).

10. Made-in-china. TSR170-20 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.made-in-china.com/co_topstar-china/product_Topstar-Spraying-Robot-6-Axis-10kg-20kg-50kg-220kg_egoyruuiy.html (дата обращения: 15.03.2022).
11. Fulzh. Jzj20A-180 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.fulzh-robot.com/showroom/automatic-industrial-robotic-arm-metal-finishing-machinery-robot-for-grinding-polishing-with-ce-certificate-jzj20a-180.html (дата обращения: 15.03.2022).
12. Mitutoyo. Coordinate Measuring Machines [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://shop.mitutoyo.eu/web/mitutoyo/en/mitutoyo/08/index.xhtml (дата обращения: 17.03.2022).
13. Renishaw. Equator 500 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.renishaw.ru/ru/equator-500-gauging-system--43237 (дата обращения: 17.03.2022).
14. Лапик. Координатно-измерительная машина КИМ-500 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://lapic.ru/produkcziya/kim-500/ (дата обращения: 17.03.2022).
15. NANO Metrology. Станок Координатно-Измерительный [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cmm-nano.com/coordinate-measuring-machine/bridge-coordinate-measuring-machine/cnc-bridge-coordinate-measuring-machine.html (дата обращения: 17.03.2022).
16. LEAD METROLOGY. FLY Series Bridge CMMs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.leadmetrology.com/cmm-Bridge_Type_CMM_15.htm (дата обращения: 17.03.2022).

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА НА ЭТАПАХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА АВИАЦИОННОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Михеев Николай Владимирович
магистрант,
Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева,
РФ, г. Рыбинск

Михеева Анастасия Владимировна
специалист,
Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева,
РФ, г. Рыбинск
E-mail: nastenka.safonova977@mail.ru

QUALITY CONTROL AT THE STAGES OF THE PRODUCTION CYCLE OF AIRCRAFT GAS TURBINE ENGINE

Nikolay Mikheev
Master's student,
Rybinsk State Aviation Technical University named after P. A. Solovyov,
Russia, Rybinsk

Anastasia Mikheeva
Specialist,
Rybinsk State Aviation Technical University named after P. A Solovyov,
Russia, Rybinsk

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрен повсеместный контроль производственных процессов на всех стадиях изготовления авиационного газотурбинного двигателя, который гарантирует продукцию высокого качества и в установленные сроки.

ABSTRACT

This article discusses the widespread control of production processes at all stages of the manufacture of an aircraft gas turbine engine, which guarantees high quality products and on time.

Ключевые слова: контроль, производственные процессы, авиационный газотурбинный двигатель, продукция высокого качества.

Keywords: control, production processes, aircraft gas turbine engine, high quality products.

Введение

В современном мире контроль качества продукции производства является обязательной функцией системы менеджмента качества предприятия. Своевременное обнаружение и устранение погрешностей производства осуществляется при обязательном контроле каждого производственного этапа. Проблемой является своевременная передача достоверной информации с производственных участков конструкторским службам, а также руководству. Потеря или искажение информации приводит к принятию ошибочных решений, браку и срыву по срокам сдачи продукции.

В данной статье рассмотрено использование технологии информационной поддержки процессов жизненного цикла, которая ведет к устранению ошибочных решений, брака, а также срывов срока выпуска продукции [1].

Основное содержание

На этапах проектирования и технологической подготовки производства действенным аппаратом, который вовремя определяет ошибки, является метрологическая экспертиза. При изготовлении и сборке деталей благодаря техническому контролю выявляются причины появления дефектных объектов производства и производится своевременное их устранение.

Использование централизованной базы данных дает возможность своевременно предоставить информацию менеджерам производства в полном объеме со всех этапов жизненного цикла изделия.

Используя технологию информационной поддержки процессов жизненного цикла в производстве авиационных газотурбинных двигателей, можно исключить передачу недостоверной информации, передачу информации с задержкой,

объективно управлять процессом производства, а, следовательно, управлять качеством [1]. Схема информационного обеспечения производственного цикла авиационных газотурбинных двигателей приведена на рисунке 1.

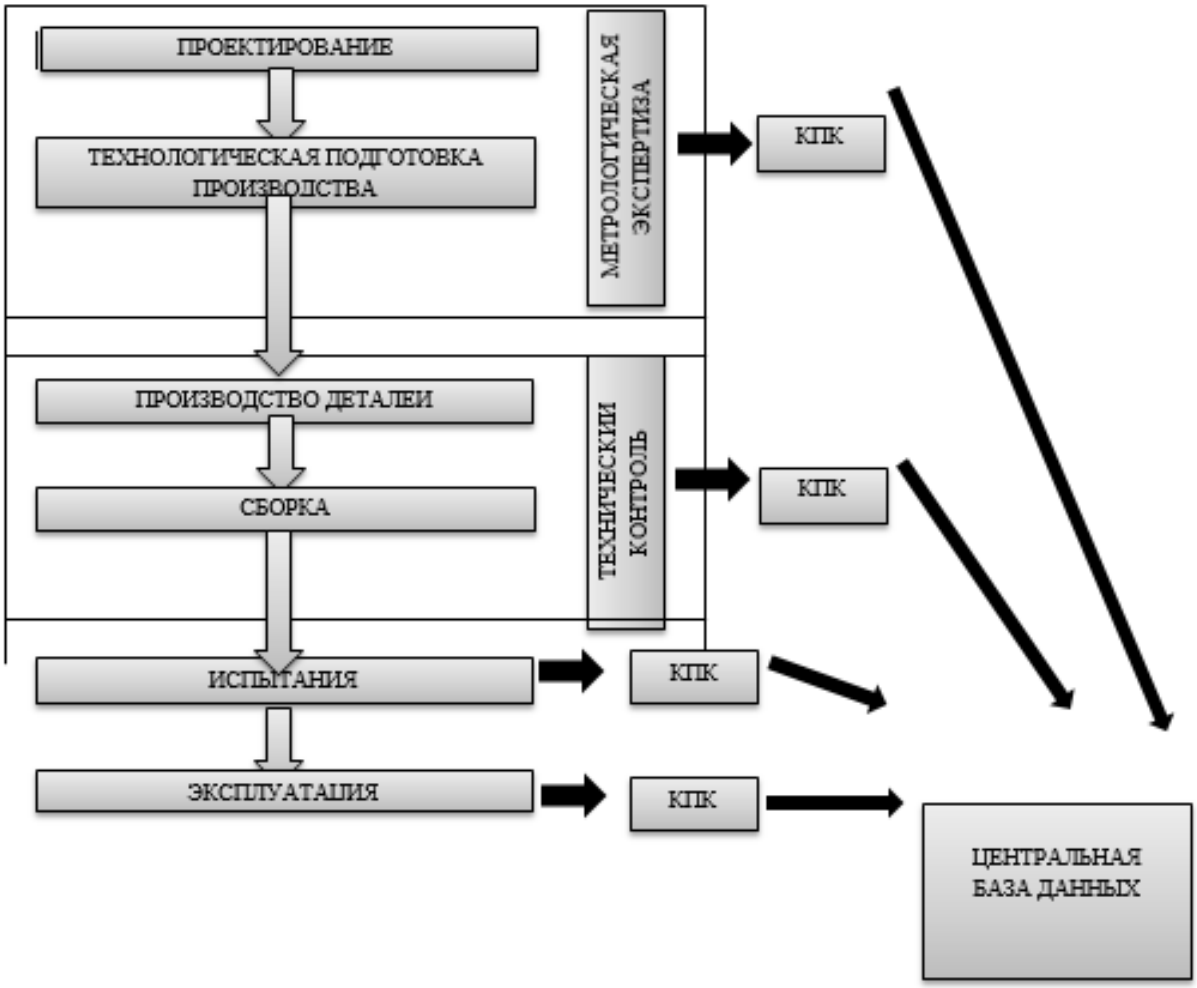

Рисунок 1. Информационное обеспечение производственного цикла авиационных газотурбинных двигателей [1]

Главной задачей современного производства авиационных газотурбинных двигателей является совершенствование процессов контроля качества, а в будущем – создание системы управления процессами контроля качества в рамках стратегии метрологического менеджмента предприятия.

Вопросы, которые решает метрология, а именно, повышение точности и достоверности измерительной информации, приобретают первостепенное значение [2]. На предприятии выполняются множество различных измерительных

операций, результаты которых применяются для повышения качества и технического уровня выпускаемой продукции, оптимизация технологических процессов, обеспечение безаварийной работы оборудования.

Значимость измерений в проблеме повышения качества очень велика. Результаты измерений, которые выполняются в процессе макетирования, испытания, а также отработки изделия, являются главным источником информации, на основании которой в их конструкцию, технологию изготовления вносят коррективы. Недостоверная информация приводит к сниженному качеству продукции, а при эксплуатации летательных аппаратов, это ведет к аварийным ситуациям и, как следствие, человеческим жертвам.

В условиях автоматизации производства значимость измерений еще более велика. Только при использовании специальных технических средств и методов измерений получают информацию, необходимую для работы САПР, автоматизированного производства и испытаний газотурбинной техники.

С увеличением сложности конструкций авиационных газотурбинных двигателей увеличивается число контролируемых параметров изделия, и при этом происходит установление более жестких допусков на размеры комплектуемых деталей и сборочных единиц, качество материала, в том числе материала поверхностного слоя детали.

Очевидно, что постоянное повышение точности измерений деталей авиационного газотурбинного двигателя является одной из характерных особенностей данного производства.

Для эффективного сотрудничества с другими странами в целях совместной разработки и производства конкурентоспособных авиационных газотурбинных двигателей требуется безоговорочное взаимное доверие к измерительной информации, которая является основным объектом обмена при совместном решении научно – технических проблем, основой взаимных финансовых расчетов, при заключении дальнейших контрактов. Главным вопросом в этом случае является универсальность измерений, то есть универсальность «языка» измерений.

Высокое качество измерительной информации, ее достоверность, точность, единообразие принципов и способов оценки точности результатов измерений имеют первостепенное техническое значение. Базовые законы метрологии почти не подвергаются изменениям и подчинены одной цели – обеспечению единства измерений. В современном мире существуют единые документы, которые осуществляют нормирование правил проведения измерений, испытаний и контроля для всего мира. Только при соблюдении единого подхода к измерениям гарантируется взаимопонимание, стандартизация и унификация методов, средств измерений, взаимного признания результатов измерений, а также испытаний продукции в международной системе товарообмена.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что в современных условиях машиностроительного производства метрологическое обеспечение превратилось в активный и реальный инструмент, который обеспечивает создание эффективных технологических процессов, применение высокопроизводительного оборудования, внедрение систем автоматизированного проектирования, управление, оценку, а также контроль качества производственных процессов.

Список литературы:

1. Автоматизация управления организацией производства газотурбинных авиационных двигателей. Часть вторая/ И. Д. Юдин, Т. Д. Кожина, С. Н. Паньков [и др.]; Под редакцией Т. Д. Кожиной, И. Д. Юдина. – М.: Машиностроение, 2005. – 304 с.
2. Хофманн Д. Измерительно – вычислительные системы обеспечения качества: Пер. с нем. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 272 с.

СЕКЦИЯ

«РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА»

РАСЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИЙ И ЭЛЕКТРОНИКИ УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ДОМОМ

Бейбіт Ердәулет Әсембекұлы
студент,
кафедра Информационно-коммуникационные технологии,
Академия логистики и транспорта,
РК, г. Алматы
E-mail: economist @mail.ru

Ахмедова Дилфуза Таировна
научный руководитель, ассистент преподавателя,
Академия логистики и транспорта,
РК, г. Алматы
E-mail: cm-dilya-kz@mail.ru

Мамилов Бакытжан Естемесович
научный руководитель, ассистент профессора,
Академия логистики и транспорта,
РК, г. Алматы

Кусамбаева Назым Шаяхметовна
научный руководитель, сейнер лектор,
Академия логистики и транспорта,
РК, г. Алматы

Ақтайлакова Дина Айтбайқызы
научный руководитель, лектор,
Академия логистики и транспорта,
РК, г. Алматы

CALCULATION OF AUTOMATION AND ELECTRONICS OF MANAGEMENT OF SMART HOME

Erdaulet Beybit
Student,
Department of Information and Communication Technologies,
Academy of Logistics and Transport,
RK, Almaty

Dilfuza Akhmedova
Teaching Assistant, scientific adviser,
Academy of Logistics and Transport,
RK, Almaty

Bakytzhan Mamilov
Scientific adviser, Assistant Professor,
Academy of Logistics and Transport,
RK, Almaty

Nazim Kusambayeva
scientific adviser, Seiner lecturer,
Academy of Logistics and Transport,
RK, Almaty

Dina Aktailakova
Scientific adviser, Lecturer,
Academy of Logistics and Transport,
RK, Almaty

АННОТАЦИЯ

Система «умный дом» заботится о жильцах, снимая с них проблемы мониторинга электросетей, водопровода, влажности и температуры в помещении, подключает музыку и ТВ, гарантирует безопасность и т.д. А собственный комфорт и нервы оцениваются гораздо дороже. Таким образом за цену 1/30 от полной стоимости квартиры или дома можно сделать пребывание в ней очень комфортным.

ABSTRACT

The "smart home" system takes care of the residents, removing from them the problems of monitoring electrical networks, water supply, humidity and temperature in the room, connects music and TV, guarantees security, etc. And your own comfort and nerves are much more expensive. Thus, for the price of 1/30 of the total cost of an apartment or house, you can make your stay very comfortable.

Ключевые слова: Домашняя автоматизация; умный дом; система; устройства.

Keywords: Home automation; smart House; system; devices.

Домашняя автоматизация или умный дом – это система домашних устройств, способных выполнять действия и решать определённые повседневные задачи, не требуя участия человека.

Домашняя автоматизация в наше время – чрезвычайно универсальная и простая система, которую пользователь конструирует и настраивает самостоятельно в зависимости от собственных нужд. Это значит, что каждый владелец умного дома самостоятельно определяет, какие устройства куда установить и какие задачи они будут исполнять.

Больше всего в устройстве «умного дома» распространены – автоматическое включение и выключение света, автоматическая регулировка работы отопительной системы или кондиционера, так же автоматическое уведомление о вторжении, возгорании или протечке воды.

Домашняя автоматизация рассматривается как частный случай интернета вещей, она включает доступные через интернет домашние устройства, в то время как интернет вещей включает любые связанные через интернет устройства в принципе.

Насколько выгодно устанавливать систему “умного дома”?

На самом деле точного ответа на этот вопрос нет, поскольку цена варьируется от количества функций, которые хочет включить человек. Конечная цена оборудования состоит из 2-х частей:

- 1 часть – это до 70% от всей суммы – стоимость оборудования.
- 2 часть – 30% суммы – это план-проект, монтаж, запуск оборудования в эксплуатацию.

Например, если раньше, данное интеллектуальное решение для 2-х комнатной квартиры (70 кв. м. площадь) равнялось сумме почти 5 млн тенге и выше. То сегодня на эту же площадь помещения можно установить подобную систему за 2 млн тенге. А если не прокладывать кабеля коммуникаций, обозначающих вырубку стен, а воспользоваться беспроводными технологиями, то можно поискать варианты и за миллион.

Общая стоимость такой технологии для типовой 3-хкомнатной квартиры в среднем выйдет 2 млн тенге. Сюда войдут монтаж систем и подсистем, установка и запуск оборудования, настройка всего комплекса.

А если будем говорит о новостройках, то оснащение системой умный дом при условиях что оборудование будет закупаться оптом, а также установка во все квартиры одинаковых систем общая стоимость установки тоже будет снижена на несколько порядков что даст в итоговом подсчете 600 тысяч тенге на каждую 2-х комнатную квартиру.

Рассмотрим одну из крупнейший инвестиционно-строительный холдинг и признанный лидер среди строительных компаний Казахстана “BI Group”.

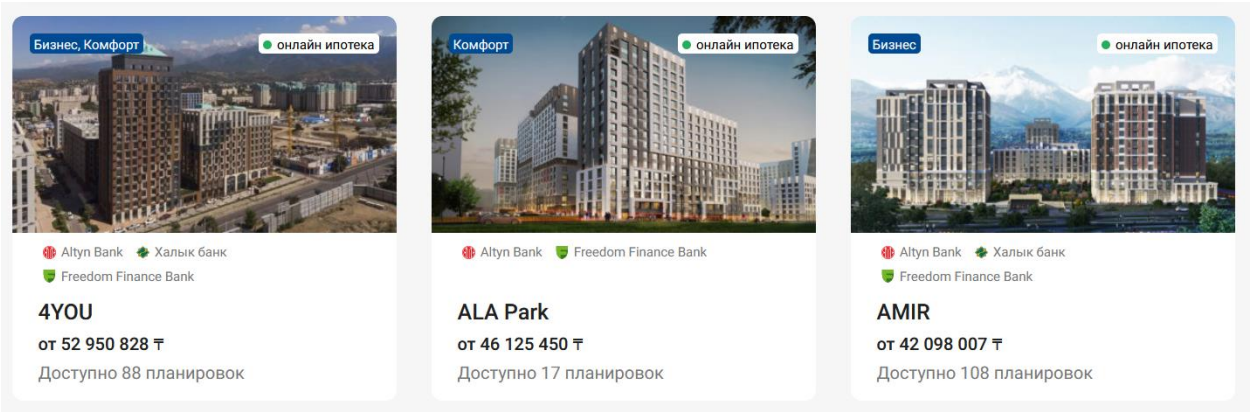

Рисунок 1. Крупнейший инвестиционно-строительный холдинг строительных компаний Казахстана “BI Group”

Средняя цена на 2-х комнатную квартиру составляет 46 млн тенге. Хоть цены и не маленькие, но сейчас мы обсуждаем автоматизацию управления домом и для ясности картины хочу предварительно рассчитать, как именно предварительная установка системы «умного дома» повлияет на общую стоимость квартиры. Начало рассмотрим сами оборудования:

1. центр умного дома Aqara ZHWG11LM – 13 950 тг
2. датчик открытия дверей и окон Aqara MCCGQ11LM – 6 750 тг.
3. 5 х настенный выключатель Aqara QBKG04LM – 12 450 тг.
4. датчик движения и освещения Aqara RTCGQ11LM – 7 450 тг.
5. датчик протечки Aqara SJCGQ11LM – 7 450 тг.

6. датчик температуры и влажности Aqara WSDCGQ11LM – 7 450 тг.

7. 10 х умная лампа Aqara ZNLDP12LM – 7 450 тг.

8. 15 х умная розетка Aqara SP-EUC01 – 10 000 тг.

9. беспроводное двухканальное реле Aqara Wireless Relay 12 450 тг.

10. датчик вибрации Aqara DJT11LM – 5 950 тг.

11. мотор для раздвижных штор Aqara ZNCLDJ11LM – 44 950 тг.

Общая стоимость 393 150 тг.

Как видим стоимость не маленькая, и это при условии, что некоторые из оборудования нужно в большем количестве для уверенной работы, но рассмотрим именно такую конфигурацию. Естественно, были рассмотрены розничные цены, а для строительных компаний всё оборудование обойдется куда дешевле, так же и с установкой. Единичные услуги стоят дорого, но если нанят определенного рабочего, который будет заниматься однообразным процессом, то в количественных соотношениях цена за установку в одну квартиру обойдется дешевле почти на 40%.

После всех действий система будет оснащена следующими функциями:

- Контроль и управление домом по сети,
- управление освещением,
- управление микроклиматом (с поддержкой режима проветривания),
- управление вентиляцией и розетками (с функцией контроль утюга),
- управление жалюзи (открытие по будильнику),
- безопасность коммунальных услуг (контроль утечки воды, газа).

Да, система умный дом стоит недешево. Но она окупает расходы, помогая экономить электроэнергию, воду, газ. Не верите? Давайте рассмотрим конкретные случаи и цифры.

Чем хороша система управления умный дом, так это контролем за расходом электричества: управление освещением, автоматический подогрев, вентиляция и так далее. Все это включается только при необходимости.

Экономия электроэнергий

Коммунальные платежи – это немалая сумма, которая отбирает немалую часть общего бюджета, поэтому вопрос экономии стоит как никогда остро. Интеллектуальная технология управления позволяет снизить расходы на электроэнергию, не говоря уже о том, что сами приборы будут меньше находиться в эксплуатации, а значит – послужат вам дольше.

Сама система также требует подключения к сети. Однако она потребляет всего от 0,1 до 0,5 кВт. При этом запросы на электроэнергию электрочайника составят – 2 кВт, утюга – 1 кВт, кондиционера – 4 кВт, стиральной машины – 2,5 кВт.

Самый дорогой раздел в платежке коммуналки – обогрев. На это уходит до 70% всей энергии, которую потребляет ваше жилище. Система «умный дом» дает возможность сэкономить на обогреве, когда вас нет. Она поддержит минимально необходимую температуру с минимальным количеством электрозатрат. Например, пока все находятся дома, в помещении будет поддерживаться комфортная температура 21°С, а днем, когда квартира остается пустой, температура будет снижена до 16°. Это даст возможность сэкономить до 30% потребления электроэнергии (из расчёта понижение на 1 градус экономит 5% электроэнергии).

Подобными функциями можно воспользоваться, настраивая работу отопительных приборов на ночные и дневные режимы. Они программируются на самостоятельное переключение режимов. Вам не нужно будет крутить рычаги радиаторов, кондиционеров, обогрев полов и т.д.

Экономим на эксплуатации приборов

Система плавно распределяет нагрузку, вовремя отключая бытовые приборы от сети. Забудьте о не выключенном утюге или сбежавшем молоке с электроплиты. Приборы не изнашиваются, ведь они не будут находиться в режиме ожидания, их просто отключат от питания.

Экономим на расходе воды

Вышеописанный контроль касается и воды. Вы не затопите соседей. Интеллектуальная система просто не допустит этого. Существуют датчики влажности, которые могут уведомить, если вода начинает заливать определенные участки.

Экономим на освещении

Система «умный дом» может иметь датчики движения, которые включают или выключают лампочки в зависимости от того находится ли человек в комнате или нет. Таким образом можно сэкономить до 50% затрат на ненужное освещение. Можно настроить интеллектуальный комплекс на плавное включение света, и вы не только поддержите ваше зрение, но и сэкономите от 14 до 20% электроэнергии.

Безопасность

Система “Умный дом” так же обеспечивает высокий уровень безопасности как от внешних угроз, так и при сантехнических, электрических или газовых аварий. Датчики влажности смогут засечь, когда трубу прорвало и перекрыть трубы чтобы не допустить дальнейшего затопления. Так же система может отслеживать концентрацию газа в помещениях и автономно включить сигнализацию вызвав пожарную службу. Так же Умные дома имеют сеть камер, которые смогут отследить если в дом проникли злоумышленники и оперативно предупредить хозяев, а при необходимости вызвать полицию.

Когда окупится?

По словам экспертов, затраты на интеллектуальный комплекс оборудования окупятся не раньше, чем через 5-8 лет пользования. Но есть еще и момент комфорта. Система «умный дом» заботится о жильцах, снимая с них проблемы мониторинга электросетей, водопровода, влажности и температуры в помещении, подключает музыку и ТВ, гарантирует безопасность и т.д. А собственный комфорт и нервы оцениваются гораздо дороже. Таким образом за цену 1/30 от

полной стоимости квартиры или дома можно сделать пребывание в ней очень комфортным. А если компания озаботилась установкой системы «умного дома» заранее и включила его в стоимость квартиры, то такой расклад будет выгоден обеим сторонам. Компания заработает на поднятия цен на квартиры, а покупателям даже с учетом подорожания квартиры, предварительная установка для них по итогу обойдется дешевле и качественнее.

Список литературы:

1. Дементьев А. Умный дом 21 века / ЛитагентРидеро, 2016
2. Кошмаров А. Умный дом своими руками/ДМК-Пресс, 2013
3. Тесля Е. Умный дом своими руками /Питер, 2008
4. Ernest, Ansu-Gyeabour Community-Based Optimal Scheduling of Smart Home Appliances / Ernest Ansu-Gyeabour. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2013.
5. Елена, Владимировна Тесля «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире / Елена Владимировна Тесля. – М.: Питер, 2008.
6. https://wifi.kz/catalog/smart-home-pwr-mngmnt/?PAGEN_1=3&yclid=2570100983820451839

СЕКЦИЯ

«ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»

УСТОЙЧИВОСТИ СВЯЗИ ПРИ ВЛИЯНИИ НА НЕЕ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ

Троянов Алексей Игоревич
слушатель,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орел
E-mail: troyanovai@yandex.ru

Зубан Евгений Викторович
слушатель,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орел
E-mail: vovazyban@icloud.com

Жердев Дмитрий Владимирович
научный руководитель,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орел

Хахамов Павел Юрьевич
научный руководитель,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орел

STABILITY OF COMMUNICATION UNDER THE INFLUENCE OF THERE ARE DESTABILIZING FACTORS ON IT

Alexey Troyanov
Student,
FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

Dmitry Zherdev
Scientific supervisor,
FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

Evgeny Zuban
Student,
FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

Pavel Khakhamov
Scientific supervisor,
FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

АННОТАЦИЯ

Основной целью данной статьи является изучение вопроса устойчивости связи в условиях воздействия дестабилизирующих факторов. Автором применяются теоретические методы исследования, а также используются научные материалы зарубежного и отечественного авторства. Практическая значимость работы заключается в возможности использования материалов при формализации процесса функционирования связи, имеющего влияние со стороны дестабилизирующих факторов.

ABSTRACT

The main purpose of this article is to study the issue of communication stability under the influence of destabilizing factors. The author applies theoretical research methods, as well as uses scientific materials of foreign and domestic authorship. The practical significance of the work lies in the possibility of using materials in the formalization of the communication functioning process, which is influenced by destabilizing factors.

Ключевые слова: связь, устойчивость, дестабилизирующие факторы.

Keywords: communication, stability, destabilizing factors.

Вопросы повышения устойчивости узлов связи приобретают колоссальный характер, что напрямую обусловлено высокими требованиями, предъявляемыми к качеству обслуживания в современных сетях связи (СС) при функционировании в неблагоприятной среде. Устойчивость узлов связи заключается в

способности сетей связи производить те или иные функции во время выхода из строя одной из частей ее элементов в результате воздействия различного рода дестабилизирующих факторов (ДФ). Под ДФ понимаются воздействия в сторону СС, основным источником которых может быть технологический процесс как внутреннего, так и внешнего характера. Именно их совокупность и способна привести к выходу из строя элементов сетей связи.

Исходя из этого, различаются внутренние и внешние дестабилизирующие факторы. Наряду с этим возможность и уровень систем связи в отношении противостояния внутренним дестабилизирующим фактором определяет уровень надежности, а способность противостоять внешним ДФ свойство живучести. Устойчивость – это одно из ключевых свойств в современных системах связи [1].

При этом устойчивость СС рассматривается как интегральное свойство, которое в соответствии с работой декомпозируется (рис. 1):

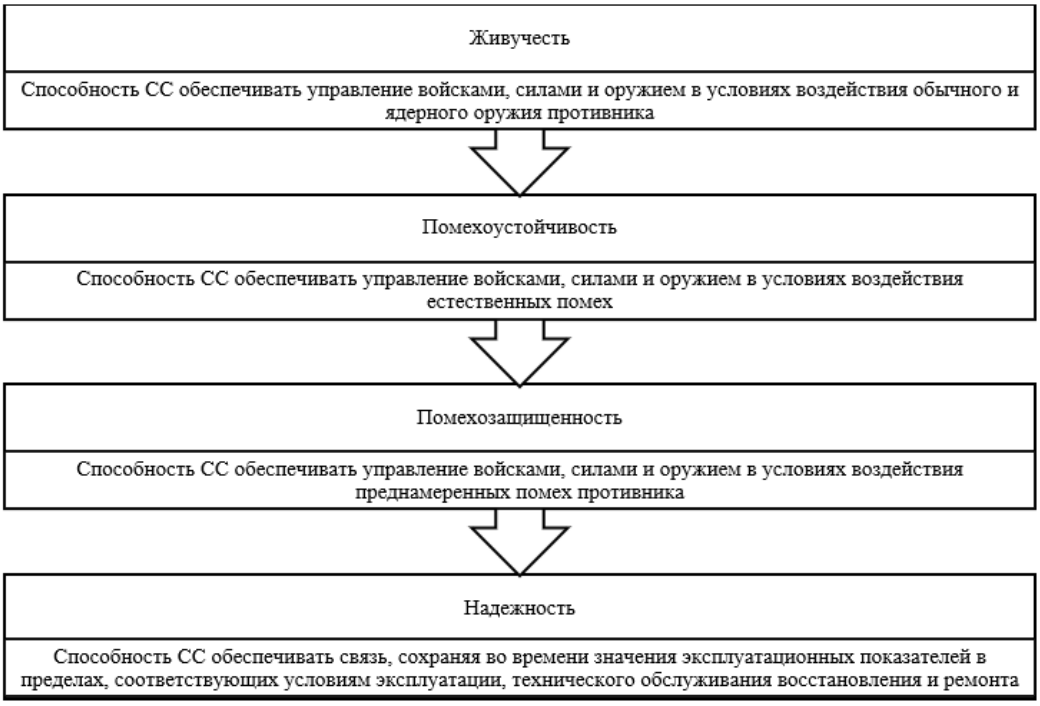

Рисунок 1. Декомпозиция устойчивости сетей связи

Во время исследования функциональной устойчивости в первую очередь рассматривается возможность сетей связи достигать цели своего функционирования, а особенности ее топологии и межэлементных связей учитываются опосредованно, так как предполагается, что в СС уже обеспечивается связность работоспособных компонентов. Наряду с этим, на сегодняшний день существует понятие информационной устойчивости, выступающей в качестве способности отдельной системы в динамике работы своевременно, достоверно и при необходимости скрытно вырабатывать управляющие воздействия на собственные элементы СС и системы обработки информации как при воздействии ДФ на эти элементы со стороны противоборствующей ОТС, так и с учетом принимаемых контрмер по снижению возможностей по реализации этих ДФ [2].

На современном этапе развития обеспечения устойчивости узлов связи необходимо разработать систему оценки устойчивости СС, позволяющей связать между собой понятийный аппарат руководящих документов с аналитическими параметрами устойчивости, которые предлагаются различными авторами, а также позволяет учесть как временные параметры процесса функционирования СС в условиях воздействия ДФ, так и структурно – вероятностные параметры этого процесса с учетом их взаимозависимости [3].

Список литературы:

1. Мещанин В.Ю. Оценка устойчивости системы (сети) военной связи высокой размерности // Военная мысль. 2021.
2. Bekbaev G.A., Privalov A.A., Methodology for calculating the stability of the operational and technological communication network of the Tashkent–Samarkand high-speed highway section based on the functional integrity scheme // BRNI. 2018.
3. Милашевский А.В. Методика оценки устойчивости узла связи специального назначения, функционирующего в условиях воздействия комплекса дестабилизирующих факторов // Известия ТулГУ. Технические науки. 2021.

СЕКЦИЯ
«ТЕХНОЛОГИИ»

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ

Николаева Юлия Сергеевна
студент,
горно-нефтяного факультет,
Пермский Национальный Исследовательский
Политехнический Университет,
РФ, г. Пермь
E-mail: julii.13@mail.ru

Турбаков Михаил Сергеевич
научный руководитель, канд. техн. наук, доц.,
горно-нефтяной факультет, Пермский Национальный
Исследовательский Политехнический Университет,
РФ, г. Пермь

Цель: узнать какие есть современные технологии транспортировки нефти

Задачи: рассмотреть каждую технологию отдельно и определить какая из них наиболее используемая.

Добыча ресурса- всего лишь начальный этап, который должен завершиться продажей энергоносителя.

Виды транспортировки нефти, их плюсы и минусы:

1) Транспортировка железнодорожным транспортом

Плюсы:

- практичность
- большие объемы поставок
- всесезонность

Минусы:

- результативность
- проблемы с сопровождением

2) транспортировка водным транспортом

Плюсы:

- отсутствие препятствий
- экономия на дополнительных сооружениях

Минусы:

- высокая степень угрозы экологии
- высокая сложность устранения аварий

3) транспортировка автотранспортом

Плюсы:

- оперативная доставка нефтепродукта
- требует несложную спецтехнику для осуществления транспортировки

Минусы:

- соблюдение мер разных видов контроля
- определенные маршруты транспортировки
- необходимость особенной спецтехники

4) Транспортировка через нефтепроводные трубы

Плюсы:

- наиболее эффективно
- короткие сроки постройки
- допустимость перекачки сразу нескольких сортов нефтепродуктов
- быстрая транспортировки на дальние расстояния

Минусы:

- требует больших затрат
- недоступен частным секторам

Пример совмещенной характеристики насоса и трубопровода представлен на рисунке 1.

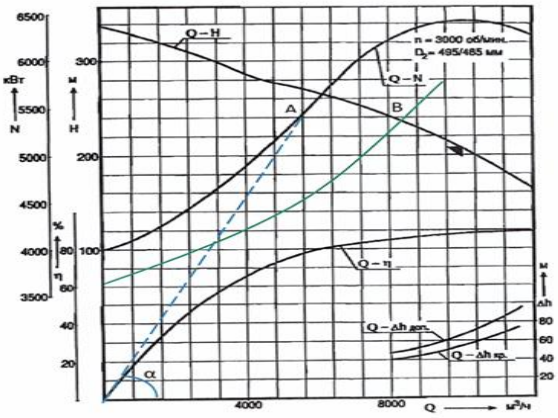

Рисунок 1. Совмещенные характеристики насоса и трубопровода

Удельные затраты насосного аагрегата можно определить как соотношение потребляемой мощности к подаче насоса

$$N_{\text{уд}} = \frac{N_{\text{потр}}}{Q}$$

где $N_{\text{уд}-\text{удельные затраты электроэнергии,кВт*ч/м}^3}$

$N_{\text{потр}}$ – потребляемая мощьность нососа, кВт

Q – подача насоса, $\text{м}^3/\text{ч}$

Экспорт нефти из России производится по трём основным направлениям.

1) Европа

Через морские порты

2) Азия

Через Казахстан.

3) Восточное направление (наиболее перспективное на сегодняшний день)

Направления транспортировки российской нефти по трубопроводам:

Рисунок 2. Направления транспортировки российской нефти по трубопроводам

В конце 2016 года магистральный нефтепровод был построен и в России. Трубопровод Заполярье-Тайшет объединяет с системой «Транснефти» новые месторождения на севере Ямало-Ненецкого автономного округа.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что из всех перечисленных технологий транспортировки нефти все имеют свои плюсы, но наиболее эффективной и используемой является транспортировки нефтепродуктов по нефтепроводам.

Список литературы:

1. http://spec-technika.ru/2017/06/sovremennye-tehnologii-i-innovacii-v-sfere-transportirovki-nefteproduktov/
2. https://vseonefti.ru/downstream/transportirovka-nefti.html
3. https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2016-december-projects/1115541/
4. https://dprom.online/oilngas/transportirovka-nefti-v-rossii-i-postavki-za-rubezh/
5. http://conf.ict.nsc.ru/files/conferences/transport-2020/617250/Сборник%20ТТУ-2020.pdf

СЕКЦИЯ

«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Залялютдинов Марат Нуруллович
студент,
кафедра ЭП и АПУ,
Ульяновский Государственный Технический Университет,
РФ, г. Ульяновск
E-mail: kamazist12@gmail.com

AUTOMATIC SYNCHRONOUS MOTOR EXCITATION CONTROLLER

Marat Zalyalyutdinov
Student,
Department of EP and APU,
Ulyanovsk State Technical University,
Russia, Ulyanovsk

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрен принцип действия автоматического регулятора возбуждения синхронного двигателя.

ABSTRACT

This article discusses the principle of operation of an automatic excitation controller of a synchronous motor.

Ключевые слова: автоматический регулятор напряжения, синхронный двигатель, тиристорный преобразователь.

Keywords: automatic voltage regulator, synchronous motor, thyristor converter.

Автоматический регулятор возбуждения (АРВ) предназначен для реализации двух основных вариантов закона управления: регулирование по напряжению статора (вариант АРВ-1) и регулирование по углу φ (вариант АРВ-2). Общим для

вариантов АРВ-1 и АРВ-2 является использование датчика тока ротора для стабилизации возбуждения при изменении температуры и напряжения питания возбудителя. Глубина обратной связи устанавливается потенциометром 8R26 и может быть различной для различных вариантов АРВ.

АРВ совместно с блоками возбудителя и синхронным двигателем представляет собой замкнутую систему регулирования. Тиристорный возбудитель 1 питает обмотку возбуждения 2 синхронного двигателя напряжением, среднее значение которого определяется фазой импульсов, вырабатываемых СИФУ. Фаза импульсов на выходе СИФУ задаётся напряжением постоянного тока, поступающим на вход СИФУ из сумматора уставок 3. Сигнал управления поступает в сумматор уставок из АРВ при положении переключателя режима S6 Автоматическое регулирование.[1]

АРВ содержит датчик напряжения 4, ключевой фильтр 5, векторный сумматор 6, генератор импульсов 7 и суммирующий усилитель 8. Диаграммы напряжений в схеме АРВ при угле φ=0 и токе I_A, отстающем на 30 эл.град. от напряжения U_{AB} приведены на рисунках 1 и 2. Датчик напряжения содержит стабилитроны уставки напряжения 8V7…8V12 и входной RC-фильтр 8R7, 8R9, 8V5, 8C5. На вход датчика подаётся переменное напряжение U_1=100V со вторичной стороны разделительного трансформатора T5, пропорциональное напряжению статора (UAB на рис.1). [2] Отрицательная полуволна входного напряжения проходит Г-образный фильтр высших гармоник 8R7, 8R9, 8C5, а положительная полуволна срезается диодом 8V5. Стабилитроны 8V7…8V12 пропускают только вершину отрицательной полуволны. Напряжение на выходе фильтра U_{C5} отстаёт от входного напряжения U_1 на угол φ_1 около 60 эл.град. Напряжение, ограниченное стабилитронами 8V7…8V12 заряжает конденсатор 8C8; напряжение U_{C8} имеет пилообразный характер. Рабочей частью пилообразного напряжения является его спадающая экспоненциальная часть t_3…t_4, крутизна которой определяется резистором 8R14. Стабилитрон 8V13 при соответствующей подстройке резистора 8R9 обеспечивает постоянство амплитуды пилообразного напряжения при росте напряжения статора, например выше 95% от номинального, создавая

зону нечувствительности при посадке напряжения от 100 до 95% номинального (эта зона показана в виде площадки $t_2 \ldots t_3$ на диаграмме U_{C8}). При работе с зоной нечувствительности мгновенное значение любого участка пилообразного напряжения U_{C8} практически не изменяется при изменении входного напряжения U_1. Напряжение U_{C8} изменяется пропорционально U_1 только в том случае, когда зона нечувствительности равна нулю. Таким образом, на вход ключа 8V17 подаётся пилообразное напряжение, амплитуда которого уменьшается пропорционально уменьшению напряжения статора, если это напряжение становится меньше нижнего уровня зоны нечувствительности. Наиболее распространённым вариантом АРВ является АРВ-1. Он используется в тех случаях, когда кроме стабилизации тока возбуждения требуется форсировка возбуждения при посадках напряжения статорной сети. [3]

При работе в режиме АРВ-1 генератор импульсов синхронизируется только с напряжением сети статора, для этого движок 8R4 устанавливают в крайнее правое положение, а движок 8R1 – в крайнее левое положение. При неизменяющейся фазе импульсов α_1=consT на выходе генератора импульсов напряжение на выходе АРВ-1 изменяется только при изменении напряжения статорной цепи. При увеличении напряжения мгновенное значение амплитуды пилообразного тока на конденсаторе 8C8 увеличивается, соответственно увеличивается напряжение (U2>U1) на конденсаторе 8C10 и на выходе АРВ-1.

Увеличение напряжения управления приводит к уменьшению тока возбуждения, что соответствует режиму стабилизации напряжения сети.

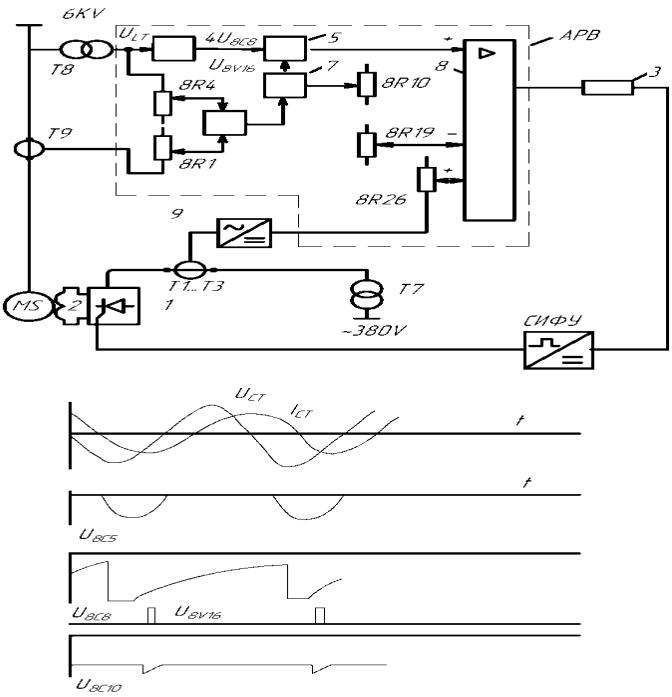

Рисунок 1. Функциональная схема и диаграммы напряжения АРВ

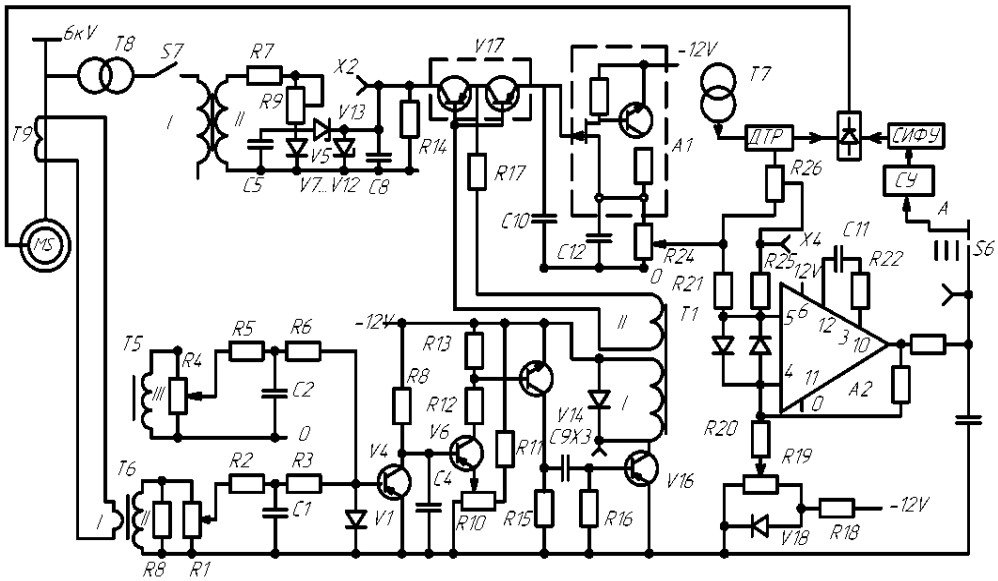

Рисунок 2. Схема АРВ

Список литературы:

1. Соколов М.М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов М.: Энергия, 1976, 488с.
2. Орлов И.Н. Электротехнический справочник М.: Энергоатомиздат 1988, 615с.
3. Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе М.: Энергия,1977, 428с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СОДЕРЖАНИИ СВИНЕЙ В УСЛОВИЯХ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Зинчук Дмитрий Петрович
магистрант,
инженерный факультет,
Оренбургский государственный аграрный университет,
РФ, г. Оренбург
E-mail: dima9221997@mail.ru

Эффективностью электрификации технологических процессов при содержании свиней в условиях фермерского хозяйства является комплексное использование технологически связанных между собой систем машин и механизмов, обеспечивающих наиболее рациональное использование доступных резервов, улучшение производительности труда и его условий, а также внедрение новых технологий производства высококачественной животноводческой продукции.

Свиноводческие фермерские хозяйства делятся на специализированные репродукторные, специализированные откормочные, а также хозяйства с законченным циклом производства. Первый тип выращивает поросят-отъемышей и передает их второму типу – откормочным фермам, третий тип хозяйств совмещает в себе первый и второй: выращивает поросят и откармливает их на мясо.

К факторам, влияющим на эффективность технологий производства свинины, используемым в различных типах хозяйств, относят способы содержания свиней, типы их кормления, уборки навоза, выполнения прочих технологических операций, а также уровня механизации и автоматизации всех производственных систем.

Для приготовления кормов на фермах в настоящее время используются дробилки, грануляторы, прессы для брикетирования, сушилки и другое технологическое оборудование, электропривод которых является нерегулируемым и управляемым по одиночным схемам. Значительно более эффективны поточные линии для производства кормов, состоящие из сушилки, дробилок и транспортеров, обеспеченных электроприводами, подключенными к сети через магнитные пускатели с тепловыми реле и автоматами и управляемыми с помощью пультов.

Привод кормоприготовительных машин в большинстве своем строится на базе короткозамкнутых асинхронных двигателей в диапазоне мощностей 20-200 кВт. [3, с. 334] С помощью амперметров осуществляется контроль загрузки дробилок, а при забивании затворов, благодаря установленным в цепях электродвигателей дозаторов токовым реле защиты, двигатели отключаются.

Из-за значительных трат трудовых ресурсов на производство транспортных работ по ферме необходимо использовать электрифицированные транспортные средства, позволяющие облегчить работу обслуживающему персоналу фермы. Для раздачи кормов необходимо использовать мобильные и стационарные кормораздатчики, позволяющие производить дозированную раздачу комбикормов в свинарниках с регулированием нормы выдачи корма в настройках механизма и предварительным его разрыхлением. Для поения животных необходимо использовать индивидуальные и групповые поилки, при помощи которых животные получают воду из водопровода нужного количества и необходимого качества, в результате чего происходит процесс автопоения.

На животноводческих фермах скапливается большое количество навоза, на уборку которого требуется 20-30% общих трудовых затрат. [1, с. 383] Поэтому для повышения эффективности использования трудовых ресурсов необходимо использовать механическую или гидравлическую систему средств механизации удаления навоза. Гидравлическая используется при бесподстилочном содержании животных. Механическая используется при подстилочном содержании и включает стационарные и мобильные средства для сбора, удаления и обработки навоза. Наиболее распространенными средствами являются скребковые транспортеры, позволяющие совершать удаление навоза из животноводческих помещений с одновременной его погрузкой в транспортные средства. Также используются самотечные системы периодического и непрерывного действия, работающие на основе вязкопластичных свойств жидкого навоза.

Существенно сказывается изменение показателей микроклимата, таких как температура воздуха, влажность, скорость движения воздуха, содержание вредных примесей, пыли и микроорганизмов на животных. Плохие условия микроклимата

на 20-40% снижают их продуктивность, повышают затраты корма на единицу продукции, отрицательно влияют на воспроизводительные функции, сопротивляемость заболеваниям. [2, с. 24] Вследствие работы системы вентиляции возникают потери тепла, которые должна компенсировать система отопления. Ее выбор необходимо совершать исходя из системы вентиляции и размера фермы. Для небольшого предприятия необходимо выбирать водяное отопление с использованием миникотельной, а для крупных свиноводческих комплексов – локальные системы отопления с использованием газовых теплогенераторов.

Экономически целесообразным является содержание животных, особенно молодняка, с применением местного отопления, а именно теплого пола, так как оно рассчитано на многолетнее использование. Для поросят применяют электрообогреваемые коврики, в качестве нагревательных элементов в которых используются полупроводниковые пленочные нагреватели.

При недостатке в воздушной среде отрицательно заряженных частиц аэроионов животное начинает слабеть, теряет аппетит и вес. Для увеличения концентрации отрицательных аэроионов в воздухе животноводческих помещений используют электрические аэроионизаторы. В них отрицательные аэроионы генерируются коронным разрядом с электрода, на который подводится напряжение с высоковольтного источника. [1, с. 468]

Для привода в движение исполнительных механизмов водоснабжения, приготовления и раздачи кормов, вентиляции животноводческого помещения используют электропривод, который в сельском хозяйстве во многом определяет основу механизации и автоматизации технологических процессов. От правильности подбора электропривода зависит срок его службы. Главную роль в надежности системы электроснабжения и функционирования фермы играет аппаратура управления и защиты электроустановок. Для автоматического управления электроприводом широко применяют релейно-контакторную аппаратуру, в состав которой входят контакторы, магнитные пускатели с кнопочными станциями, конечные и путевые выключатели и реле, повышающие уровень безопасности на ферме и эффективность использования трудовых ресурсов.

Таким образом, при исследовании эффективности содержания свиней основное внимание следует уделять процессам, связанным с приготовлением кормов, уборкой навоза, транспортными работами на ферме, водоснабжением, отоплением и вентиляцией, а также надежности всей системы.

Список литературы:

1. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства/ Баутин В.М. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
2. Прибыльное разведение свиней и поросят/ Рублев С. – Ростов н/Д : Владис, 2011. – 192 с.
3. Электропривод в сельском хозяйстве: Учебное пособие/ А.П. Епифанов, А.Г. Гущинский, Л.М. Малайчук. – СПб.: Лань, 2012. – 400 с.

СЕКЦИЯ

«ЭНЕРГЕТИКА»

ПРИМЕНЕНИЕ АВАРИЙНЫХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Вишневский Павел Сергеевич
студент,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный Университет
имени Янки Купалы,
РБ, г. Гродно
E-mail: vishnevskky@gmail.com

Гаврилова Ирина Леонидовна
научный руководитель, старший преподаватель,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный Университет
имени Янки Купалы,
РФ, г. Гродно

APPLICATION OF EMERGENCY VENTILATION SYSTEMS IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

Pavel Vishnevsky
Student,
Department of Electrical Engineering and Electronics,
Grodno State University named after Yanka Kupala,
Belarus, Grodno

Irina Gavrilova
Scientific director, Senior Lecturer,
Department of Electrical Engineering and Electronics,
Grodno State University named after Yanka Kupala,
Belarus, Grodno

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено применение аварийных систем вентиляции на промышленных предприятиях. Рассмотрены режимы работы аварийной системы вентиляции, применение пультов управления автоматики, принцип работы автоматики аварийной системы вентиляции.

ABSTRACT

The article considers the use of emergency ventilation systems in industrial enterprises. The modes of operation of the emergency ventilation system, the use of control panels for automation, the principle of operation of the automation of the emergency ventilation system are considered.

Ключевые слова: аварийная вентиляция, автоматика.

Keywords: emergency ventilation, automation.

На промышленных предприятиях вопрос организации вентиляции помещения является наиболее важным, поскольку от этого зависит здоровье рабочих, качество труда, время и качество работы оборудования. Помимо этого, возможны нестандартные ситуации, когда, в связи с производственным процессом могут произойти выбросы вредных веществ и магистральная система вентиляции не в состоянии будет определить, что произошел выброс и не сможет эффективно его устранить. Для этого на предприятии предусмотрена разработка аварийной системы вентиляции.

Аварийная вентиляция – это комплекс технических устройств и мероприятий, представляющих общую вентиляционную систему принудительной вытяжки в период возникновения аварийных ситуаций, в которых возможен резкий выброс вредных или взрывоопасных веществ в количествах, создающих взрывоопасные концентрации. Объем аварийной вытяжки определяется технологическими указаниями и расчетами [1].

Если в помещении выделяются взрывоопасные пары и газы, устанавливаются автоматические газоанализаторы, которые при достижении определенного значения концентрации от нижнего значения взрываемости, автоматически включает системы аварийной вентиляции и сигнализацию (также предусматривается ручное включение). Пусковые устройства аварийной системы монтируются снаружи у одной из основных входных дверей.

В случае, когда общая производительность основных систем, не имеющих резервных вентиляторов, менее требуемого аварийного воздухообмена, возможны два варианта устройства аварийной вентиляции [1]:

1) Все системы оборудуются дополнительными резервными вентиляторами, а недостающий воздухообмен обеспечивается дополнительной аварийной системой с производительностью, равной разности расчетного аварийного воздухообмена и суммы расходов всех основных вентиляционных вытяжных систем.

2) Основные системы имеют один вентилятор каждая, но дополнительная аварийная система должна иметь производительность по воздуху, равную недостающему до аварийного воздухообмена плюс наибольшая производительность одной из систем.

Для аварийной вентиляции допускается проектировать установку в наружных ограждениях (в оконных проемах) осевых вентиляторов и производить выброс воздуха наружу без труб и шахт.

Оборудование аварийных вентиляционных систем должно быть только во взрывозащищенном исполнении, если оно размещено в помещениях категории А и Б или в воздуховодах, их обслуживающих. Для помещений категории В, Г и Д основным видом аварийных вентиляционных установок являются системы с искусственным побуждением, но допускается аварийная вентиляция с естественным побуждением при условии обеспечения требуемого расхода воздуха при расчетных параметрах Б в теплый период года [2].

К основным типам аварийной системы вентиляции относятся [3]: вытяжная линия, являющаяся частью общей системы, но оборудованная дополнительными вентиляторами, подключающимися к работе при необходимости; аварийные вытяжные комплексы, работающие совместно с общеобменной вентиляционной системой, но действующие только при возникновении экстренных ситуаций; отдельная аварийная система, не связанная с общей системой и действующая только при возникновении аварийного выброса вредных компонентов.

Вытяжная линия и комплексы функционально связаны с общеобменной системой. Отдельная аварийная система полностью независима и не имеет

связей с общеобменной системой, более эффективна и безопасна, но с экономической точки зрения сильно уступает зависимым системам. Выбор типа системы следует делать, исходя из возможной применимости и безопасности, а также категории помещения. Устанавливать отдельную аварийную систему для категории Г1 и ниже не совсем целесообразно, поскольку возможные выбросы будут эффективно нейтрализованы и вытяжной линией общего контура. Для помещений категории В4 и выше следует более тщательно выбирать строение системы, поскольку возможные выбросы крайне опасны и все ошибки или недостаточная эффективность должны быть полностью исключены.

Следует выделить режимы работы аварийной вентиляции [3]: пассивный (режим ожидания), режим предполагает, что система отключена, воздухообмен обеспечивается штатными средствами общеобменной вентиляции; активный, задействуется при возникновении нештатной ситуации, система функционирует на полную мощность, осуществляя удаление вредных веществ; временно безопасный, режим, при котором аварийная система уже задействована, но концентрация вредностей не достигла половины предельного значения.

Для обеспечения качественной и бесперебойной работы аварийной системы необходимо иметь отдельный источник питания, позволяющий сохранить работоспособность оборудования при отключении основной линии электроснабжения. Особое значение это имеет во время пожара, когда отключение энергии является одним из главных действий [4].

Автоматические системы управления аварийной вентиляционной системы предназначены для облегчения управления и контроля над работой вентиляционной системы.

Исходя из эксплуатационно-технических требований, существует различный подход к изготовлению пультов автоматизированного управления вентиляцией: в одном случае достаточно установить стандартные модули, которые изготавливаются в виде шкафов с предустановленными приборами управления; в другом случае необходимо собирать комплексы, предназначенные для конкретного объекта с учетом поставленных задач.

Разный подход обусловлен необходимостью создания эффективного функционирования вентиляции и создания благоприятных условий для жизни и труда независимо от внешних факторов.

Управление функционированием вентиляционных установок происходит с помощью комплекса датчиков, установленных внутри помещения. Современные автоматизированные системы оснащаются элементами искусственного интеллекта и сложными измерительными приборами.

Компоненты основных модулей состоят из следующих групп элементов [5]:

1) Датчики – это приборы, передающие общую информацию об окружающей обстановке. К ним относятся термостаты, газоанализаторы, измерители влажности воздуха. Измеренные данные передаются в анализирующее устройство.

2) Центр управления – это объект системы, который собирает и обрабатывает информацию, поступающую от контролирующих датчиков. На основании полученного анализа центр управления подает команды на механизмы управление и регулирует режим работы вентиляционной системы.

3) Исполнительные устройства – это устройства, осуществляющие механические действия. К ним относятся механические приводы регулировки положения шлюз, преобразователь частоты вращения вентиляции.

Центры управления анализируют соотношение в воздухе всех веществ, процент влажности, может подавать сигнал для того, чтобы проанализировать состояние помещение. При обнаружении нарушений функционирования системы, высокого содержания вредных веществ, возникновения пожара, автоматика самостоятельно блокирует приток свежего воздуха.

Для управления приборами применяются следующие режимы работы: ручной, при котором управление вентиляцией осуществляет диспетчер, находящийся в диспетчерской комнате или за дистанционным пультом управления; автономный, при котором приборы работают в соответствии с предустановленным программным обеспечением независимо от инженерных систем; автоматический, при котором приборы управления подключены к общему управлению комплексами всего здания, работа системы вентиляции синхронизирована с

другими приборами и датчиками. То есть, система сама контролирует все процессы: запускает работу вентиляции, контролирует датчики, регулирует подачу воздуха.

Основные задачи автоматики для аварийной вентиляции: создание возможности для удаленного управления вентиляторами; осуществление автоматического контроля датчиков на всей системе вентиляции; контроль над уровнем загрязнения фильтрующих устройств с опцией подачи сигнала о необходимости замены; прекращение подачи свежего воздуха при срабатывании аварийной сигнализации; отключение электропитания в случае возникновения аварийной ситуации [5].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что система аварийной вентиляции является очень важной составляющей для безопасного функционирования любого предприятия. Система автоматики может способствовать более эффективному срабатыванию аварийных систем в случае возникновения непредвиденных ситуаций.

Список литературы:

1. Вентиляция: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / В.И. Полушкин [и др.] – М. Издательский центр «Академия», 2008. – 416 с.
2. ТКП 474-2013 Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Подготовлены к изданию учреждением «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций».
3. Каменев, П.Н. Вентиляция: учеб. пособие / П.Н. Каменев. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 624 с.
4. Назначение аварийной вентиляции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rsvgroup.ru/protivopozhar/avarijnaya.html. Дата доступа: 13.03.2022.
5. Автоматика для вентиляции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ventinginfo.ru/sistemyventilyacii/avtomatika-dlya-ventilyatsii-montazh-shema. Дата доступа: 13.03.2022.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЬДОАККУМУЛЯТОРА В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Дубровник Максим Александрович
студент,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно
E-mail: maks.dubrovnik.01@mail.ru

Гаврилова Ирина Леонидовна
научный руководитель, старший преподаватель
кафедры электротехники и электроники,
физико-технический факультет,
Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы,
РБ, г. Гродно

АННОТАЦИЯ

Рассмотрено понятие, общее устройство и принцип работы льдоаккумулятора. Определены основные технические задачи при проектировании, а также преимущества и недостатки от внедрения в систему теплоснабжения льдоаккумуляторной установки.

ABSTRACT

The concept, general structure and principle of operation of the ice accumulator are considered. The main technical tasks in the design, as well as the advantages and disadvantages of the introduction of an ice storage unit into the heat supply system are determined.

Ключевые слова: льдоаккумулятор, энергоэффективность.

Keywords: ice accumulator, energy efficiency.

Введение

В настоящее время во всем мире увеличивается доля использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в энергетическом балансе стран. Для

Беларуси эта тема также актуальна, так как способствует сокращению покупки топливного-энергетических ресурсов. Использование солнечных гибридных систем способно значительно снизить потребности теплоснабжения жилых домов. Немаловажным фактором является возможность аккумулирования тепловой энергии. Для круглогодичного аккумулирования зачастую эксплуатируется тепловой аккумулятор. В данной работе рассмотрим аккумуляцию тепла с помощью льдоаккумулятора, который способен конкурировать с тепловым аккумулятором.

Основная часть

Льдоаккумулятор представляет собой размещенный в грунте резервуар с запасами льда и воды, а также оснащенный теплообменным аппаратом для отвода теплоты из него [1]. Льдоаккумулятор состоит из трубчатых змеевиков (испарителя), которые находятся внутри резервуара с водой. К резервуару подведен насос для подвода и отвода охлажденной воды. К испарителю через дроссельные устройства поступает фреон и начинает кипеть при достижении температуры -43,6°С. Вода замерзает вокруг труб, и образовавшийся лед охлаждает воду, поступающую в резервуар. Трубки испарителя изготавливаются из нержавеющей стали, реже из меди. На трубках установлены датчики, которые следят за толщиной льда и управлением льдоаккумулятора. Таким образом, льдоаккумулятор за счёт накопления льда аккумулирует тепловую энергию [5].

Льдоаккумуляторы существуют уже много лет, но на данный момент, отсутствует определенная методика расчета. Воспользуемся методикой, разработанной Национальным исследовательским университетом «МЭИ» [2].

Основные технические задачи при проектировании льдоаккумуляторной установки

1. Проектирование змеевикового теплообменника и бетонной емкости.

2. Монтаж емкости.

Первая задача представляет собой выбор укладки змеевиков в емкости. От правильной укладки змеевиков зависит равномерность отвода тепла, правильное

образование льда на теплообменных поверхностях и эффективность льдоаккумулятора. Неправильная закладка может привести к интенсивному образованию льда и повреждению бетонной конструкции. Основная задача – выбор межвиткового расстояния. Скорость нарастания льда на поверхностях уменьшается при достижении определенной толщины льда. Для обеспечения равномерного нарастания льда на теплообменной поверхности змеевика, необходимо определить диаметр, при котором наблюдается уменьшение динамики роста. В результате полученных данных задаться межвитковым расстоянием [2].

Вторая задача представляет собой выбор материала и формы (размеры) бетонной конструкции. Бетонная конструкция должна быть прочной и обеспечивать надежную и безопасную эксплуатацию объекта.

Третья задача представляет собой грамотный выбор места и глубины установки. Для регенерации и предотвращения захолаживания емкости, установку необходимо смонтировать ниже глубины промерзания грунта [3].

В данный момент существуют два варианта монтажа льдоаккумуляторной установки. Первый вариант предполагает монтаж как рядом со зданием (расстояние не менее 2 м от фундамента согласно рекомендациям [2]), так и под зданием (компания «Viessmann» реализовало несколько объектов с хранилищем непосредственно под зданием). Второй вариант предполагает внедрение в существующую систему теплоснабжения (монтаж емкости рядом со зданием) [2].

Преимущества льдоаккумулятора

- низкие затраты на изготовление ёмкости относительно теплового аккумулятора;
- возможность постоянного теплообмена с окружающей средой;
- использование скрытой теплоты фазового перехода (более высокая энергоёмкость);
- эксплуатация в ночное время, когда действует льготный ночной тариф на электроэнергию;
- быстрая компенсация пиковых теплопритоков;

- нет требований к чистоте воды [4].

Недостатки льдоаккумулятора

- потребность в большом объёме жидкости;
- контроль равномерного использования льда [4].

Заключение

Таким образом, льдоаккумулятор является новейшей разработкой нетрадиционных возобновляемых источников энергии. В статье приведены особенности конструкции, проектирования и монтажа, а также преимущества и недостатки льдоаккумулятора. Льдоаккумулятор уже активно применяется комплексно с солнечными коллекторами и тепловыми насосами типа рассол-вода, для эксплуатации гелиосистем. Существенным недостатком является отсутствие серийного производства.

Список литературы:

1. Gschwend, A., Bertsch, S.S. Domestic Heat Pump System With Solar Thermal Collectors as Heat Source and Annual Ice Storage [Электронный ресурс]/ International Refrigeration and Air Conditioning Conference. – Режим доступа: https://docs.lib.purdue.edu/ iracc/1177/. – Дата доступа: 08.02.2022.
2. Проектирование льдоаккумулятора и внедрение в систему теплоснабжения зданий [Электронный ресурс] / elibrary.ru – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=44054948. – Дата доступа: 14.03.2022.
3. СП 131.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. Строительная климатология. – 114 с.
4. Сезонный аккумулятор теплоты и холода для системы энергоснабжения здания [Электронный ресурс] / elibrary.ru. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=47791333. – Дата доступа: 02.02.2022.
5. Льдоаккумулятор [Электронный ресурс] / teploobmenka.ru. – Режим доступа: http://www.teploobmenka.ru/glossary/ldoakkumulyator/. – Дата доступа: 02.02.2022.

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Семчук Вадим Дмитриевич
студент,
физико-технического факультет,
Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы,
Беларусь, г. Гродно
E-mail: 1vadimsemchuk2001@gmail.com

Гаврилова Ирина Леонидовна
научный руководитель, старший преподаватель
кафедры электротехники и электроники,
Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы,
Беларусь, г. Гродно

В работе изложены основные направления технического прогресса в области передачи электрической энергии с помощью современных воздушных линий (ВЛ). Показаны особенности развития линий электропередач в Республике Беларусь с учетом ввода в энергосистему БелАЭС.

Актуальность темы подтверждается необходимостью разработки концепций, которые могут стать основой для будущего обеспечения надежности и экономической эффективности электрических сетей.

Впервые ВЛ были представлен еще в 80-х годах 19 века. И первые ВЛ были низковольтными линиями сильного тока, монтируемые в границах городов и функционирующие от небольших электростанций. По протяженности данные линии не превышали пару километров. У воздушных линий того времени свое механическое устройство мало отличалось от телеграфных линий. С того времени их конструктивные особенности претерпели значительные изменения и доработки. [1]

Самой эффективной методикой создания линии электропередачи является передача электричества по ВЛ постоянного тока сверхвысокого напряжения, а в будущей перспективе – передача энергии на сверхвысоких частотах по волновым проводам.

Рассмотрим основные направления технического прогресса в области передачи электрической энергии.

Среди них, можно отметить линии постоянного тока. Преимуществами ВЛ постоянного тока являются возможность несинхронной параллельной работы систем электроснабжения, относительно высокая пропускная способность, снижение стоимости самих линий по сравнению с трехфазной ЛЭП переменного тока (два провода вместо трех и соответствующее уменьшение размеров опор).

Можно считать, что массовое развитие линий электропередачи постоянного тока напряжением 750кВ и выше 1250 кВ создаст условия для передачи больших объемов электроэнергии на сверхдальние расстояния. Сегодня большинство новых сверхмощных и сверхдальних линий электропередачи строятся на постоянном токе.

Еще одно направление – это сверхпроводящие линии электропередачи. В сверхпроводящих линиях электропередачи глубокое охлаждение проводниковых материалов позволяет значительно увеличить плотность тока, а значит, открывает новые большие возможности для увеличения пропускной способности передачи электроэнергии.

Так, применение криогенных линий, в которых активное сопротивление проводников равно или почти равно нулю, и сверхпроводящих магнитных систем может привести к коренным изменениям традиционных схем передачи и распределения электроэнергии. Мощность таких линий может достигать 5 – 6 млн. кВт.

Важным также направлением технического прогресса в передаче электрической энергии является, в первую очередь, совершенствование традиционных способов передачи трехфазного переменного тока.

Одним из простых способов повышения пропускной способности ЛЭП является дальнейшее увеличение степени компенсации ее параметров, а именно: более глубокое расщепление проводов в фазе, продольное включение емкости и поперечное – индуктивности.

Здесь, однако, есть ряд технических ограничений, поэтому наиболее рациональным методом остается повышение номинального напряжения линии электропередачи. Пределом по условиям изоляционной прочности воздуха признается напряжение порядка 1200 кВ.

В техническом прогрессе при передаче электроэнергии большую роль могут сыграть и специальные схемы выполнения ЛЭП переменного тока.

Из числа их следует отметить следующие:

- *Настроенные линии.* Сущность такой схемы сводится к включению поперечных и продольных реактивностей с целью доведения ее параметров до полуволны. Эти линии могут быть предназначены для транзитной передачи 2,5 – 3,5 млн. кВт на расстояние до 3000 км. Основной недостаток – трудности выполнения промежуточных отборов.

- *Разомкнутые линии.* Генератор и потребитель подключены к разным проводам, находящимся на некотором расстоянии друг от друга. Емкость между проводами компенсирует их индуктивное сопротивление. Назначение – транзитная передача электроэнергии на большие расстояния. Недостаток тот же, что и у настроенных линий.

- *Полуразомкнутая линия.* Одним из интересных направлений в области совершенствования ЛЭП переменного тока является регулирование параметров ЛЭП в соответствии с изменением ее режима работы. Если разомкнутую линию снабдить самонастройкой с быстро регулируемым источником реактивной мощности, то получается так называемая полуразомкнутая линия. Достоинством такой линии является то, что при любой нагрузке она может находиться в оптимальном режиме.

Для линий электропередачи переменного тока, работающих на резко неравномерном графике нагрузки, может оказаться целесообразным одновременное глубокое регулирование напряжения по концам линии в соответствии с изменением нагрузки. В этом случае параметры ЛЭП можно выбирать не по максимальной величине мощности, что позволит удешевить электропередачу.[2]

С учетом ввода в энергосистему БелАЭС линии электропередач в Республике требуют значительной реконструкции. Увеличение объема реконструкций позволит расширить возможности подключения жилого сектора к электроэнергии, а также существенно повысить надежность электросетевой инфраструктуры. Особое внимание в данной сфере будет уделено внедрению современных цифровых технологий.

Оборудование распределительного устройства на Белоруской АЭС, связанного с этой линией электропередачи, и оборудование самой ВЛ 330 кВ находятся сейчас в режиме комплексного опробования. Ранее были включены 6 воздушных линий электропередачи, обеспечивающих связь Белорусской АЭС с энергообъектами системообразующей сети Беларуси (подстанциями 330 кВ).

На основании проведенных проектных изысканий и фундаментальных исследований определено, что связь Белорусской АЭС с энергосистемой должна осуществляться по семи высоковольтным линиям электропередачи напряжением 330 кВ:

- «Белорусская АЭС – Сморгонь»;
- «Белорусская АЭС – Минск-Северная»;
- «Белорусская АЭС – Поставы №1»;
- «Белорусская АЭС – Поставы №2»;
- «Белорусская АЭС – Молодечно»;
- «Белорусская АЭС – Россь»;
- «Белорусская АЭС – Столбцы».

Все эти линии были построены в рамках реализации проекта выдачи мощности Белорусской АЭС в энергосистему. Данные линии электропередачи обеспечены надежной защитой от разных видов коротких замыканий. На всех высоковольтных линиях, отходящих от шин распределительного устройства 330 кВ Белорусской АЭС, установлено по три комплекса релейной защиты с каждой из сторон. Каждый их комплектов включает в себя набор специальных токовых защит с организацией передачи команд управления как по высокочастотным (по проводам ЛЭП), так и по волоконно-оптическим каналам связи (ВОЛС). [3]

В процессе реализации программ включения высоковольтных линий электропередачи, связывающих Белорусскую АЭС с энергосистемой, диспетчерский персонал совместно со специалистами служб режимов, релейной защиты и иными службами решали сложные, в том числе и нестандартные задачи. Организовывались временные линии электропередачи, пересчитывались характеристики и уставки релейной защиты для обеспечения надежного режимы работы энергосистемы в условиях постоянных изменений. Все это делалось для того, чтобы

выдержать стандарты качества электроснабжения потребителей при соблюдении оптимальных режимов работы энергосистемы. [4]

Задачи на перспективу – повышать эффективность отрасли, создавать условия для увеличения электропотребления как в стране в целом, так и в регионах с учетом ввода в эксплуатацию атомной электростанции. [5]

В статье были рассмотрены некоторые основные направления совершенствования передачи электроэнергии с помощью ВЛ на сегодняшний день, исходя из которых можно сделать вывод, что ЛЭП сегодня находятся на различных стадиях научного исследования и требуют еще значительной доработки, проектирования и промышленного освоения. А с внедрения БелАЭС в эксплуатацию основной упор будет сделан на модернизацию подстанций, строительство новых линий электропередачи.

Список источников:

1. Сухов Е.А. Первые высоковольтные линии электропередачи в России и за рубежом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://files.leprf.ru/tip_proekt/lep-history.pdf. Дата доступа: 02.04.2022.
2. Технический прогресс в передаче электроэнергии, современные воздушные и кабельные линии электропередачи [Электронный ресурс] // Школа для электрика. – Режим доступа: http://electricalschool.info/main/vl/2431-tehnicheskiy-progress-v-peredache-elektroenergii.html. Дата доступа: 03.04.2022.
3. Связь БелАЭС с энергосистемой страны высоковольтной ЛЭП [Электронный ресурс] // NEWS. – Режим доступа: https://news.myseldon.com/ru/news/index/238672286. Дата доступа: 29.03.2022.
4. БелАЭС получила седьмую линию связи с энергосистемой [Электронный ресурс] // Белорусская атомная электростанция. – Режим доступа: https://belaes.by/ru/novosti/item/3002-belaes-poluchila-sedmuyu-liniyu-svyazi-s-energosistemoj.html. Дата доступа: 30.03.2022.
5. Модернизация подстанций и строительство ЛЭП [Электронный ресурс] // БелТА – Режим доступа: https://www.belta.by/economics/view/modernizatsija-podstantsij-i-stroitelstvo-lep-ministr-energetiki-o-planah-na-perspektivu-377971-2020/. Дата доступа: 30.03.2022.

НОВЫЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЭЛЕКТРОДОМАХ

Ярошевич Алексей Владимирович
студент,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный Университет
имени Янки Купалы,
РБ, г. Гродно
E-mail: alexyaroshevich@outlook.com

Гаврилова Ирина Леонидовна
научный руководитель, старший преподаватель,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный Университет
имени Янки Купалы,
РБ, г. Гродно

В статье рассмотрены новые энергоэффективные технологии, применяемые в электродомах. Выявлены ключевые проблемы энергоэффективности электродомов. Предложены пути их решения.

Проблемы энергоэффективности, наряду с повышением экологической безопасности производства и усилением социальной ответственности становятся центральным объектом исследований. Изменение устоявшихся за многие годы подходов к использованию энергии жилым фондом являются большой проблемой. Динамика внедрения проектов по повышению энергоэффективности в Республике Беларусь нарастает с каждым годом, распространяясь в такие области, как проектирование энергоэффективных зданий и сооружений, элементов производственной инфраструктуры. Внедрение такого рода проектов является перспективным направлением государственной политики в Республике Беларусь.

Жилищный сектор является одним из главных потребителей тепловой энергии. Так, по данным Международного энергетического агентства, жилищный сектор Беларуси потребил 44 % тепловой энергии за 2015 г. [1, 2].

Чем выше энергоэффективность дома, тем комфортнее в нем жить, и тем меньше затраты жильцов на оплату тепловой энергии. Переход на энергоэффективное строительство жилых зданий сократит расходы государства на

оплату импортируемого топлива более чем на 17 млн. USD, а выбросы парниковых газов в жилищном секторе более чем на 130 тыс. тонн в эквиваленте CO_2 [3].

В электродомах предусматриваются инновационные технологии для увеличения показателя энергосбережения. Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию дома составляет – 39 кВт·ч/м^2·год. В то время как в обычных домах удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию дома составляет – 90 кВт·ч/м^2 [2, 4]. К таким мероприятиям относят:

1. термостатические регуляторы на батареях;
2. приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла удаляемого воздуха;
3. двери с доводчиками в подъезде;
4. современные «стеклопакеты»;
5. современные материалы, с уменьшенными параметрами теплопроводности.

Существует и множество других энергоэффективных решений, но эти – основные. Все они комплексно используются в новых электродомах.

Термостатические регуляторы позволяют жильцам самим регулировать температуру в разных комнатах и платить только за то тепло, которое они потребили. Эта система предназначена для более гибкого реагирования на внешние погодные условия, которое повлечет за собой экономию электроэнергии [5].

С воздухообменом около 60 % тепла из дома уходит. Эту проблему решают индивидуальные приточно-вытяжные вентиляционные системы рекуперации. Один вентилятор нагнетает в квартиру воздух с улицы. Второй удаляет из квартиры воздух вне кондиции. По пути свежий воздух забирает тепло у отработанного, так что даже зимой воздух попадает в квартиру подогретым. Батареи можно включить на минимум или отключить вовсе [6].

Индивидуальные приточно-вытяжные вентиляционные системы с рекуперацией уходящего из помещений воздуха обеспечивают:

1. нормативный уровень воздухообмена в каждой квартире;
2. высокое качество воздуха путем забора воздуха с уровня верхних этажей, фильтрацией приточного воздуха обеспечения нормативного уровня воздухообмена;

3. возврат тепла уходящего из помещений воздуха;

4. поддержание оптимального уровня температуры, влажности и газового состава воздушной среды в жилых помещениях;

5. снижение уровня наружного шума за счет постоянно закрытых окон [6].

Увеличение термического сопротивления окон, достигается, в основном, путем увеличения числа слоев остекления. Однако, увеличение числа слоев остекления свыше трех нецелесообразно из-за существенного увеличения веса окна и снижения коэффициента пропускания света, увеличения расхода материала на коробку и створку окна для обеспечения их повышенной механической прочности [4].

Существенным прогрессом в снижении потерь тепла через прозрачную часть окна послужило использование газа при заполнении оконных проемов однокамерных и двухкамерных стеклопакетов. Снижение значения теплопотерь в стеклопакетах достигается за счет заполнением промежутком между стеклами газом с более низкой, чем у воздуха, теплопроводностью: углекислым газом, аргоном или криптоном [4].

Главным преимуществом энергоэффективности электродома по сравнению с обычными домами – раздельный учет электроэнергии. Для каждой квартиры предусмотрено по два электросчетчика – для электроотопления, электроводонагрева и для освещения и пользования электроприборами. Такая система учета электроэнергии должна направить людей к новой ступени самопознания. Ведь в традиционных домах учет потребления горячего водоснабжения, на нужды теплоснабжения, – общедомовой.

Из выше сказанного, способствование к созданию условий, при которых в жилищном секторе будет снижено потребление энергии при одновременном повышении комфорта проживания, будет достигаться путем разработки, внедрения и дальнейшего распространения новых энергоэффективных инженерных решений и современных стандартов строительства.

Список литературы:

1. Голубова, О.С. Экономические аспекты повышения энергоэффективности жилых зданий / О.С. Голубова, Н.А. Григорьева. – Минск: БНТУ, 2018. – 175 с.
2. Eastern Europe, Caucasus and Central Asia [Электронный ресурс] / Международное энергетическое агентство – Режим доступа: https://iea.blob.core.windows.net/assets/63aaa8a4-d16d-4ff4-84a8-387f440304be/IDR_EasternEuropeCaucasus_2015.pdf. – Дата доступа: 01.04.2022.
3. Пилотная программа тепловой модернизации многоквартирных жилых зданий [Электронный ресурс] / Департамент по энергоэффективности. – Режим доступа: http://teplovdomeby.tilda.ws/testprogram. – Дата доступа 22.03.2022.
4. Энергоэффективные здания – залог бережливости [Электронный ресурс] Белстройцентр – Режим доступа: https://bsc.by/ru/story/energoeffektivnye-zdaniya-zalog-berezhlivosti. – Дата доступа: 01.04.2022.
5. Данилевский, Л.Н. Энергоэффективный дом – путь в будущее / Л.Н. Данилевский. – Минск. : Программа развития ООН в Респ. Беларусь, 2014. – 20 с.
6. Энергосбережение – новая ступень самопознания [Электронный ресурс] / Департамент по энергоэффективности. – Режим доступа: http://energoeffekt.gov.by/effbuild/news/413.html. – Дата доступа 22.03.2022.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Электронный сборник статей по материалам CXII студенческой международной научно-практической конференции

№ 4 (111)
Апрель 2022 г.

В авторской редакции

Издательство ООО «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 5.
E-mail: mail@sibac.info

16 +

СибАК

www.sibac.info